

UJI IN VITRO ANTAGONISME CENDAWAN ENDOFIT ASAL ALANG-ALANG (*Imperata cylindrica* L.) DALAM MENGENDALIKAN *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* PADA TANAMAN PISANG

**Isolation and Antagonistic Activity of Endophytic Fungi from Cogon Grass
(*Imperata cylindrica* L.) Against *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* in Vitro**

Siti Muthiah¹⁾, Andree Saylendra¹⁾, Nurmayulis¹⁾, Nur Iman Muztahidin¹⁾

¹⁾ Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Jl. Raya Palka Km 3, Sindangsari, Pabuaran, Kabupaten Serang, Banten, 42163

Email : 4442210123@untirta.ac.id

Diterima: 29 Maret 2025, Revisi : 28 April 2025, Diterbitkan: April 2025

<https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v32i1.2482>

ABSTRACT

Fusarium oxysporum f.sp. *cubense* (Foc) can damage banana plants by causing fusarium wilt disease. In biological control efforts, endophytic fungi can be applied as biological agents to suppress pathogen growth. Endophytic fungi have antagonistic potential in inhibiting the growth of their symbiont. This study aimed to isolate endophytic fungi from cogon grass (*Imperata cylindrica* L.) roots and analyze their antagonistic potential against pathogenic fungus Foc in vitro condition. This study used a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with five levels of treatment in five replicates. The treatments were: three cogon grass endophytic fungus isolates (CEA1, CEA2, and CEA3), positive control (CP0), and negative control (CPF0). The observed variables were: percentage inhibition of Foc, fungal colony growth area, macroscopic morphology, and pathogenicity of the isolates. The results showed that 23 isolates of endophytic fungi were successfully isolated from roots of cogon grass, of which six had antagonistic activity. Three isolates with strong antagonism activity were encoded CEA1, CEA2, and CEA3. Based on the antagonism test with the dual culture method, the three isolates were antagonistic to the Foc fungus with varying inhibition. Isolate CEA3 showed the best results in inhibiting Foc growth at 4-7 Days After Inoculation (HSI) with a percentage inhibition of up to 58.21% and suppressed the growth area of Foc colonies up to 4.74 cm. The macroscopic characteristics of CEA3 has irregular colony shape, flat topography, granular surface texture, greenish white color, and exudate droplets. Pathogenicity test showed that the isolate CEA3 was not pathogenic.

Keywords : Antagonist, Inhibition, and Fusarium Wilt.

ABSTRAK

Cendawan patogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) dapat merusak tanaman pisang dengan menyebabkan penyakit layu fusarium. Dalam upaya pengendalian hayati, cendawan endofit dapat diterapkan sebagai agen biologis untuk menekan pertumbuhan patogen. Cendawan endofit berpotensi antagonis dalam menghambat pertumbuhan simbiotnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi cendawan endofit asal akar alang-alang (*Imperata cylindrica* L.) dan menganalisis kemampuan antagonisme cendawan endofit dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Foc* secara *in vitro*. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksplorasi dan eksperimen. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan lima taraf perlakuan dalam lima ulangan. Perlakuan yang dicoba yaitu: tiga isolat cendawan endofit alang-alang (CEA1, CEA2, dan CEA3), kontrol positif (CP0), dan kontrol negatif (CPF0). Variabel yang diamati yaitu: persentase daya hambat, luas pertumbuhan koloni cendawan, karakterisasi morfologi secara makroskopis, dan patogenisitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 23 isolat cendawan endofit berhasil diisolasi dari akar alang-alang, dimana enam diantaranya terdapat aktivitas antagonisme. Tiga isolat dengan aktivitas antagonisme kuat dikodekan CEA1, CEA2, dan CEA3. Berdasarkan uji antagonisme dengan metode *dual culture*, ketiga isolat bersifat antagonis terhadap cendawan *Foc* dengan penghambatan bervariasi. Isolat CEA3 menunjukkan hasil terbaik dalam menghambat pertumbuhan *Foc* pada 4-7 Hari Setelah Inokulasi (HSI) dengan persentase daya hambat hingga 58,21% dan menekan luas pertumbuhan koloni *Foc* hingga 4,74 cm. Ciri makroskopis CEA3 memiliki bentuk koloni *irregular*, topografi *flat*, tekstur permukaan granular, berwarna putih kehijauan, dan ada tetesan eksudat. Uji patogenisitas menunjukkan isolat tersebut tidak bersifat patogen.

Kata Kunci : Antagonis, Daya Hambat, Layu Fusarium.

PENDAHULUAN

Tanaman pisang (*Musa paradisiaca* L.) telah menyebar luas dan dibudidayakan di daerah beriklim tropis hingga subtropis. Hampir 50% produksi pisang di Asia berasal dari Indonesia, yang merupakan salah satu penghasil pisang utama (Aziz *et al.*, 2021). Meskipun produksi pisang menunjukkan tren peningkatan, Badan Pusat Statistik (2023) mencatat beberapa daerah seperti Provinsi Banten mengalami fluktuasi, dengan produksi tahun 2021 284.683 ton, tahun 2022 293.383 ton, namun tahun 2023 mengalami penurunan menjadi 276.434 ton. Masalah utama yang menyebabkan produksi pisang menurun adalah karena adanya serangan hama dan penyakit, khususnya penyakit layu fusarium.

Penyakit layu fusarium disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp.

cubense (Foc). Cendawan *Foc* mampu bertahan selama beberapa tahun di dalam tanah sehingga meningkatkan potensi inokulum dan berdampak pada penurunan hasil hingga 35%, bahkan kematian tanaman pada serangan parah (Sari, 2023; Aghna *et al.*, 2019). Oleh karena itu, strategi pengendalian yang efektif dan efisien harus diterapkan, dan pengendalian hayati menjadi salah satu solusinya.

Pengendalian hayati menggunakan mikroba endofit menjadi salah satu alternatif yang aman dan ramah lingkungan untuk mengurangi penggunaan fungisida kimia sintetik. Cendawan endofit menjadi mikroba fungsional yang berkembang di dalam jaringan tanaman dengan memproduksi metabolit sekunder yang berpotensi mempengaruhi pertumbuhan inangnya serta menghasilkan senyawa antibakteri (Irawati *et al.*, 2017).

Alang-alang (*Imperata cylindrica* L.) merupakan salah satu tanaman yang

berpotensi menjadi sumber mikroba endofit dengan kemampuan adaptif tinggi terhadap kondisi lingkungan yang kurang mendukung dan adanya sifat antijamur. Sebagaimana telah dibuktikan oleh beberapa studi bahwa tujuh isolat cendawan endofit berhasil diisolasi, salah satunya *Mucor sp.*, yang ditemukan pada akar alang-alang (Jamilatun & Shufiyani, 2019). Selain itu, ditemukan 25 isolat cendawan endofit dari akar alang-alang, dimana dua di antaranya teridentifikasi sebagai *Fusarium oxysporum* dan *Fusarium keratoplasticum* (Kandar *et al.*, 2018). Ekstrak akar dan pucuk *I. cylindrica* dengan konsentrasi 5% mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* dengan membentuk diameter koloni 4-5 cm dalam 10 hari (Javaid *et al.*, 2015). Ekstrak alang-alang dengan konsentrasi 50% mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* dengan daya hambat hingga 54,16% (Putri, 2023). Selain itu, *I. cylindrica* juga memiliki efek antijamur terhadap beberapa cendawan patogen dengan zona hambat 7-12 mm (Fatima *et al.*, 2018).

Mikroba antagonis merupakan mikroba yang dapat menekan, menghambat atau memusnahkan patogen. Cendawan endofit berpotensi sebagai mikroba antagonis karena dapat menghambat pertumbuhan patogen melalui sifat antagonistiknya. Cendawan endofit juga memiliki mekanisme persaingan dengan patogen dalam hal ruang tumbuh dan nutrisi (Susanti *et al.*, 2021). Kajian mengenai isolasi cendawan endofit asal akar alang-alang sebagai agen hayati terhadap *Foc* masih terbatas. Oleh karena itu, perlu dilakukan isolasi cendawan endofit dari akar alang-alang dan menganalisis kemampuan antagonisme cendawan endofit dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Foc* secara *in vitro*, sebagai langkah awal dalam pengembangan agen hayati alternatif untuk pengendalian penyakit layu fusarium pada tanaman pisang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksplorasi dan eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan

Ageng Tirtayasa pada bulan September hingga November 2024 dengan kondisi laboratorium yang terkendali. Suhu ruangan dijaga pada 20-25°C.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu cendawan endofit akar alang-alang yang berasal dari Curug, Kota Serang, Banten, isolat *Foc* koleksi Laboratorium Ilmu Dasar dan Perlindungan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, aquades steril, kentang (*Solanum tuberosum* L.), alkohol 70% dan 96%, antibiotik chloramphenicol, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), kapas, tisu, *aluminium foil*, plastik *wrap*, plastik tahan panas, masker, sarung tangan, sabun, sedotan, dan kertas label. Sedangkan alat-alat yang digunakan, yaitu erlenmeyer (v = 250 ml dan 500 ml), *magnetic stirrer*, batang L, timbangan analitik, *vortex*, *laminar air flow*, bunsen, jarum ose, tabung reaksi, rak tabung reaksi, mikropipet, tip biru, *hot plate*, *autoclave*, cawan petri (d = 9 cm), alat tulis, kamera, penggaris (p = 30 cm), pinset, mortar, dan alu.

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan lima taraf perlakuan, yaitu:

- CP 0 = Cendawan patogen tanpa cendawan endofit alang-alang (kontrol negatif)
- CPF 0 = Cendawan patogen dengan aplikasi fungisida sintetik (kontrol positif)
- CEA 1 = Cendawan endofit alang-alang 1
- CEA 2 = Cendawan endofit alang-alang 2
- CEA 3 = Cendawan endofit alang-alang 3

Setiap isolat perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga menghasilkan 25 satuan percobaan untuk melihat konsistensi hasil daya hambat terhadap *Foc*.

Inokulasi Cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*)

Isolat *Foc* yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Ilmu Dasar dan Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah dimurnikan dan diidentifikasi sebelumnya. Isolat *Foc* dipotong sekitar 2 cm² menggunakan jarum ose, lalu ditumbuhkan pada media PDA, kemudian diinkubasi hingga *Foc* memenuhi cawan petri.

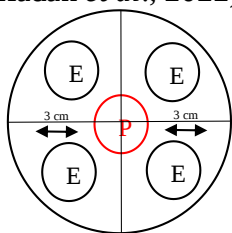
Isolasi Cendawan Endofit

Cendawan endofit diperoleh dari akar alang-alang di Curug, Kota Serang, Banten. Akar dicuci di bawah air mengalir, lalu disterilisasi dengan alkohol 96% selama 3 menit, dibilas dengan aquades steril, kemudian dikeringanginkan. Sampel akar dipotong kecil dan ditimbang 10 g, lalu ditumbuk, dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 90 ml aquades dan diaduk dengan *magnetic stirrer* di atas *hot plate* selama 30 menit.

Isolasi dilakukan dengan metode pengenceran berseri. Suspensi diambil 1 ml menggunakan mikropipet, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml aquades, lalu di-shaker menggunakan *vortex* selama 30 detik. Proses ini diulang hingga pengenceran ke-lima. Suspensi dari pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , dan 10^{-5} dilakukan penyebaran 0,1 ml pada media PDA menggunakan metode *spread plate*, lalu diinkubasi pada suhu ruang. Isolat murni disimpan sebagai sumber inokulum uji antagonisme.

Uji Antagonisme (Skrining I)

Isolat cendawan endofit yang terisolasi dilakukan skrining pertama untuk melihat isolat yang berpotensi antagonis. Pengujian ini dilakukan berdasarkan mekanisme antagonis yaitu produksi antibiotik (Istifadah *et al.*, 2022).

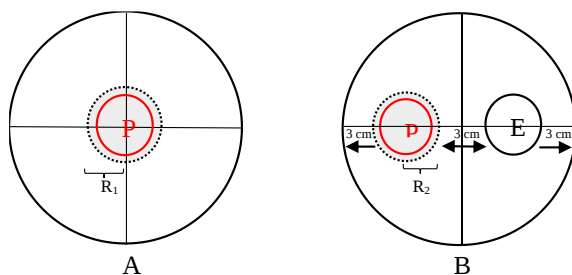


Gambar 1. Skema penempatan pada skrining I. Keterangan: E = endofit, P = patogen

Foc ditumbuhkan sekitar $0,6 \text{ cm}^2$ pada media PDA dan diletakkan di tengah cawan petri. Pada empat sisi yang berlawanan, ditumbuhkan $0,6 \text{ cm}^2$ koloni cendawan endofit dari beberapa isolat berbeda dengan jarak 3 cm dari tepi koloni *Foc* (Gambar 1). Perkembangan diamati selama 7 hari dengan melihat terbentuknya zona hambat di antara koloni cendawan endofit dan cendawan *Foc*.

Uji Antagonisme (Skrining II)

Isolat cendawan endofit yang memiliki kemampuan antagonis diuji dengan metode *dual culture*. Isolat cendawan endofit dan isolat *Foc* ditumbuhkan berlawanan sekitar $0,6 \text{ cm}^2$ pada media PDA dengan jarak masing-masing 3 cm. Sebagai kontrol negatif hanya ditumbuhkan isolat *Foc*, sementara kontrol positif ditumbuhkan isolat *Foc* dengan penambahan fungisida sintetik pada media (Gambar 2). Seluruh isolat diinkubasi pada suhu ruang dan diamati selama 7 hari atau sampai koloni memenuhi cawan petri.



Gambar 2. Skema penempatan pada skrining II. (A) kontrol (B) *dual culture method*

Persentase hambatan cendawan endofit terhadap cendawan *Foc* dihitung berdasarkan rumus perhitungan persentase hambatan menurut Aji *et al.* (2022) yaitu:

$$I = \frac{(R_1 - R_2)}{R_1} \times 100\%$$

Keterangan:

- I = Persentase daya hambat *Foc* (%)
- R_1 = Jari-jari koloni *Foc* pada kontrol (cm)
- R_2 = Jari-jari koloni *Foc* yang tumbuh berhadapan dengan isolat cendawan endofit pada perlakuan (cm)

Luas koloni cendawan *Foc* diukur berdasarkan rata-rata jari-jari pada keempat sisi koloni tiap perlakuan. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 7 hari atau hingga kontrol memenuhi cawan petri. Data yang diperoleh dihitung menurut Putri (2023) yaitu:

$$L = \pi r^2$$

Keterangan:

- L = Luas pertumbuhan koloni cendawan *Foc*

(cm²)
 $\pi = 3,14$
 r = Jari-jari koloni cendawan *Foc*, baik pada kontrol maupun pada perlakuan (cm)

Uji Patogenisitas pada Kentang

Sebelum pengujian, kentang dipotong dadu berukuran 3 cm², kemudian disterilisasi dengan alkohol 96% selama 3 menit, dan dibilas dengan merendam kentang pada aquades selama 5 menit. Irisan kentang diletakkan pada cawan petri, kemudian digoreskan inokulum cendawan yang berumur 24-48 jam dan diinkubasi selama 3 hari. Setelah itu, diamati tekstur kentang dengan ditusuk atau ditekan menggunakan jarum ose. Reaksi positif ditandai dengan pembusukan pada bagian tengah kentang yang menunjukkan bahwa isolat tersebut bersifat patogen (Asril dan Leksikowati, 2019).

Karakterisasi Morfologi Koloni Cendawan

Karakterisasi dilakukan secara makroskopis dengan mengamati bentuk koloni, topografi koloni, tekstur permukaan koloni, warna koloni tampak atas dan tampak bawah, keberadaan tetesan eksudat, serta pola pertumbuhan berupa garis radial dan lingkaran konsentris (Hidayat & Isnawati, 2021). Karakterisasi didukung berdasarkan buku *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species (Third Edition)* (Watanabe, 2010), *Illustrated Genera of Imperfect Fungi (Fourth Edition)* (Barnett & Hunter, 1998), dan studi literatur lainnya.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) uji F taraf 5%. Apabila dari hasil perhitungan menunjukkan nilai berpengaruh nyata atau sangat nyata, maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skrining I

Isolat cendawan endofit yang diperoleh dari isolasi akar alang-alang sebanyak 23 isolat

selanjutnya dilakukan skrining I untuk menyeleksi isolat yang berpotensi antagonis melalui mekanisme produksi senyawa antibiotik. Istifadah *et al.* (2022) menjelaskan bahwa senyawa ini digolongkan sebagai metabolit sekunder yang dihasilkan oleh cendawan antagonis melalui jalur metabolisme tertentu. Cendawan endofit yang diduga memiliki potensi daya antagonis dapat dijadikan sebagai agen pengendali hayati layu fusarium yang disebabkan oleh cendawan patogen *Foc*.

Pengamatan skring I dilakukan pada hari ketujuh yaitu pada saat laju pertumbuhan koloni cendawan endofit alang-alang dan koloni cendawan *Foc* saling bersentuhan. Hasil skrining I diperoleh sebanyak 6 isolat cendawan endofit membentuk zona hambat sehingga berpotensi sebagai cendawan antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Foc*. Cendawan yang dipilih yaitu CEA 10⁻¹ 4, CEA 10⁻² 14, CEA 10⁻² 16, CEA 10⁻² 17, CEA 10⁻² 21, dan CEA 10⁻⁵ 23 akan diuji kembali pada skrining II untuk menghitung persentase daya hambat dan luas pertumbuhan koloni cendawan.

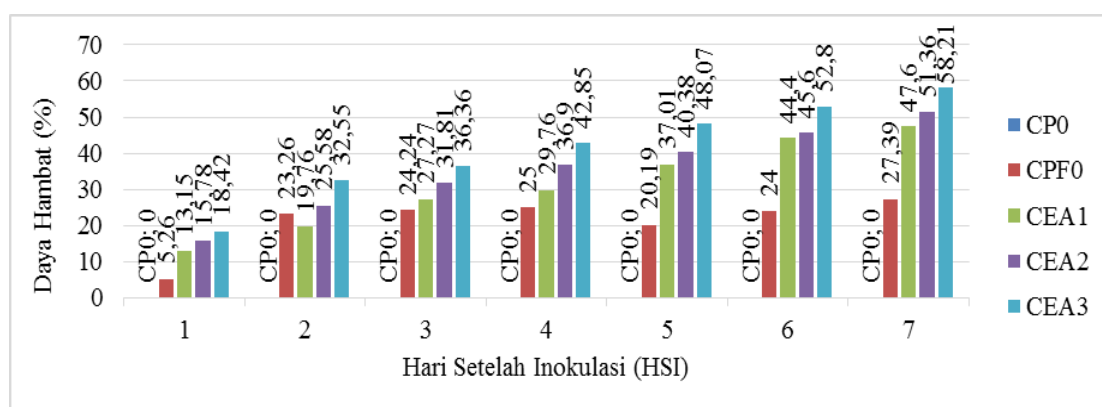
Skrining II

Potensi antagonis pada cendawan endofit diamati melalui daya hambat yang merupakan salah satu tolak ukur kemampuannya untuk menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Foc*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata persentase daya hambat CEA1, CEA2, CEA3 memberikan perbedaan nyata dengan kontrol negatif pada 1-7 HSI, dan berbeda nyata dengan kontrol positif hanya pada 5-7 HSI terhadap pertumbuhan cendawan *Foc* (Tabel 1). Hal ini dapat terjadi karena pada umur tersebut cendawan endofit yang diuji antagonisme masih belum cukup efektif untuk menghambat pertumbuhan *Foc* dibandingkan dengan aplikasi fungisida kimia sintetik. Namun, lebih tingginya nilai persentase daya hambat cendawan endofit alang-alang dibandingkan dengan kontrol, baik kontrol negatif maupun kontrol positif mampu menunjukkan bahwa cendawan tersebut memiliki potensi sebagai antagonis.

Tabel 1. Rerata persentase daya hambat cendawan endofit alang-alang terhadap pertumbuhan cendawan *Foc* pada skrining II

Perlakuan	No Isolat	Rerata (%)						
		1 HSI	2 HSI	3 HSI	4 HSI	5 HSI	6 HSI	7 HSI
CP0	Kontrol (-)	0 b	0 c	0 c	0 d	0 d	0 d	0 d
CPF0	Kontrol (+)	5,26 b	23,26 b	24,24 b	25 c	20,19 c	24 c	27,39 c
CEA1	4	13,15 a	19,76 b	27,27 ab	29,76 c	37,01 b	44,4 b	47,60 b
CEA2	23	15,78 a	25,58 ab	31,81 ab	36,90 b	40,38 b	45,6 b	51,36 b
CEA3	21	18,42 a	32,55 a	36,36 a	42,85 a	48,07 a	52,8 a	58,21 a

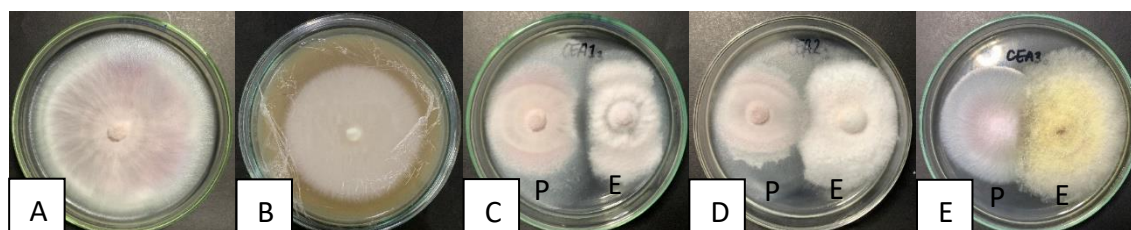
Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%; HSI = hari setelah inoculasi



Gambar 3. Grafik persentase daya hambat cendawan endofit alang-alang terhadap pertumbuhan cendawan *Foc* pada skrining II

Isolat CEA3 menunjukkan hasil terbaik karena memiliki kemampuan yang paling besar dalam menghambat pertumbuhan *Foc* secara *in vitro* pada 4-7 HSI dibandingkan isolat lainnya, dengan nilai persentase daya hambat hingga 58,21%, diikuti CEA2 sebesar 51,36%, dan CEA1 sebesar 47,60%. Hal ini dapat dilihat oleh adanya kestabilan terhadap penekanan *Foc* secara konsisten setiap dilakukan pengamatan selama 7 hari. Isolat cendawan endofit asal alang-alang dengan nilai persentase daya hambat

lebih tinggi dari kontrol membuktikan bahwa cendawan endofit tersebut memiliki kemampuan sebagai agen antagonis terhadap cendawan patogen *Foc*. Menurut Nuraini *et al.* (2017), cendawan antagonis mampu menghambat patogen jika persentase daya hambat lebih dari 50% dari permukaan cawan petri. Selain itu, Putri (2023) membuktikan bahwa ekstrak alang-alang dengan konsentrasi 50% mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* dengan daya hambat hingga 54,16%



Gambar 4. Penghambatan cendawan endofit alang-alang terhadap pertumbuhan cendawan *Foc*. (A) Kontrol negatif (B) Kontrol positif; (C-E) Uji daya hambat – (C) CEA1, (D) CEA2, dan (E) CEA3. (P: Patogen, E: Endofit) Semua kultur diinkubasi selama 7 hari pada media PDA.

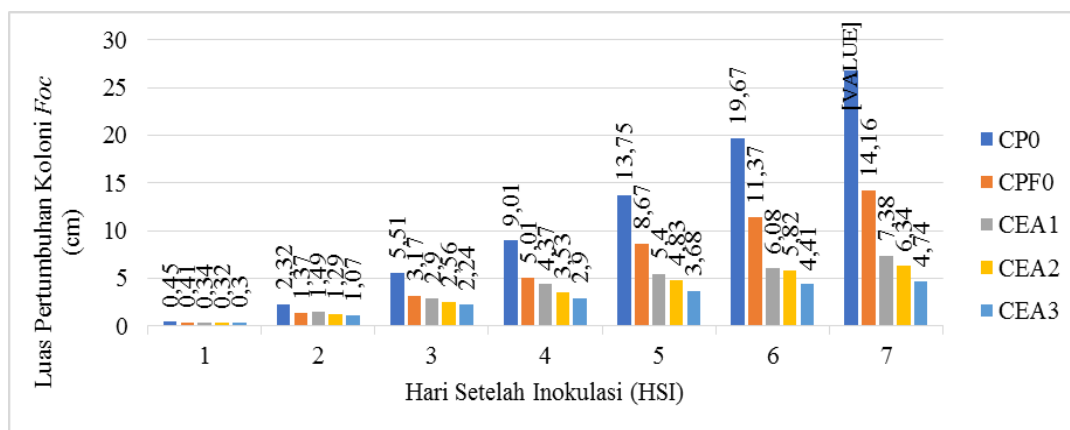
Salah satu aktivitas utama cendawan antagonis adalah produksi senyawa antibiotik yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat pada daerah pertemuan dengan hifa patogen. Isolat CEA1 menunjukkan adanya zona hambat (Gambar 4C). Zona hambat yang terbentuk dapat menekan pertumbuhan patogen dengan menghambat proses biologisnya. Sunariasih *et al.* (2014) menjelaskan bahwa senyawa ini mengganggu sintesis dinding sel, metabolisme energi, atau aktivitas enzim. Oleh karena itu, metabolit sekunder yang dihasilkan cendawan endofit berpotensi besar sebagai agen biokontrol alami. Alang-alang juga

mampu menghasilkan berbagai senyawa bioaktif lainnya yang turut berperan dalam menghambat pertumbuhan patogen. Sebagaimana diketahui, alang-alang merupakan salah satu jenis tanaman obat yang memiliki kandungan metabolit sekunder. Penelitian yang dilakukan oleh Aryani *et al.* (2020) menunjukkan bahwa sebanyak empat isolat endofit asal alang-alang memberikan hasil positif terhadap uji kandungan senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid, dan tanin, dengan total kandungan fenol mencapai 62,56 mg/L.

Tabel 2. Rerata luas pertumbuhan koloni cendawan *Foc* pada skrining II

Perlakuan	No Isolat	Rerata (cm)						
		1 HSI	2 HSI	3 HSI	4 HSI	5 HSI	6 HSI	7 HSI
CP0	Kontrol (-)	0,45 a	2,32 a	5,51 a	9,01 a	13,75a	19,67 a	26,81 a
CPF0	Kontrol (+)	0,41 ab	1,37 bc	3,17 b	5,01 b	8,67 b	11,37 b	14,16 b
CEA1	4	0,34 b	1,49 b	2,90 b	4,37 bc	5,40 c	6,08 c	7,38 c
CEA2	23	0,32 b	1,29 bc	2,56 b	3,53 bc	4,83 c	5,82 c	6,34 cd
CEA3	21	0,30 b	1,07 c	2,24 b	2,90 c	3,68 c	4,41 c	4,74 d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%; HSI = hari setelah inoculasi



Gambar 5. Grafik luas pertumbuhan koloni cendawan *Foc* pada skrining II

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata luas pertumbuhan koloni *Foc* dengan perlakuan CEA1, CEA2, CEA3 memberikan perbedaan nyata dengan kontrol negatif pada 1-7 HSI, dan berbeda nyata dengan kontrol positif hanya pada 5-7 HSI, namun antar ketiga perlakuan tersebut tidak berbeda nyata (Tabel 2). Meskipun demikian, isolat cendawan endofit

tetap menunjukkan pertumbuhan yang efektif dalam menghambat *Foc*, ditandai dengan luas pertumbuhan koloni *Foc* yang lebih kecil dibandingkan kontrol dan luas yang bervariasi antar perlakuan. Kontrol negatif menunjukkan cendawan *Foc* tumbuh tanpa hambatan, sedangkan pada perlakuan cendawan endofit menunjukkan adanya daya hambat.

Perlakuan CEA3 menunjukkan hasil terbaik dalam menghambat pertumbuhan cendawan *Foc*, dengan luas pertumbuhan koloni yang ditekan hingga 4,74 cm pada 7 HSI, diikuti CEA2 seluas 6,34 cm dan CEA1 seluas 7,38 cm. Meskipun hasilnya berbeda, ketiga isolat tersebut secara konsisten mampu menekan pertumbuhan *Foc* setiap dilakukan pengamatan selama 7 hari. Sejalan dengan penelitian Javaid *et al.* (2015) bahwa ekstrak akar dan pucuk *I. cylindrica* dengan konsentrasi 5% mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* dengan membentuk diameter koloni 4-5 cm dalam 10 hari pengamatan.

Selain produksi senyawa antibiotik, kemampuan cendawan endofit sebagai agen antagonis dapat disebabkan karena adanya mekanisme pertumbuhan yang terjadi antara cendawan endofit dengan cendawan patogen *Foc*. Pertumbuhan cendawan patogen yang terdesak oleh cendawan antagonis dan mampu menutupi koloni cendawan patogen karena tidak mempunyai ruang dan nutrisi untuk pertumbuhan. Perlakuan CEA2 dan CEA3 menunjukkan terjadinya mekanisme daya hambat kompetisi, dimana isolat ini tumbuh lebih unggul memenuhi ruang dalam media dan dapat menghambat pertumbuhan cendawan *Foc* (Gambar 4D 4E). Fety *et al.* (2015)

menyatakan bahwa cendawan antagonis yang mampu menghambat pertumbuhan lawannya adalah cendawan yang mendominasi ruang dan nutrisi dalam kompetisi memperebutkan sumber makanan.

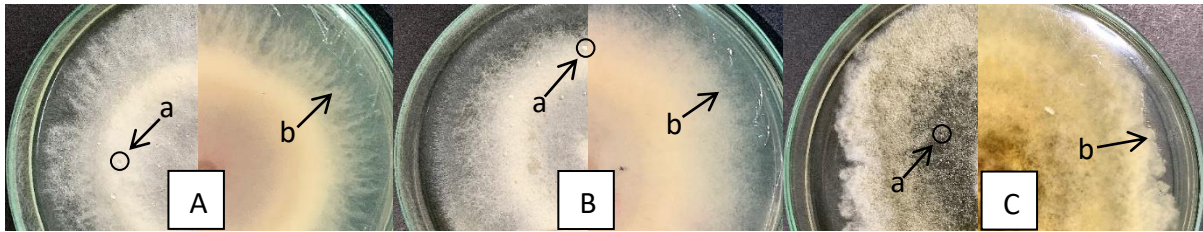
Karakterisasi Morfologi Koloni Cendawan

Hasil karakterisasi menunjukkan penampakan yang berbeda pada setiap koloni (Tabel 3). Isolat CEA1 dan CEA2 memiliki karakteristik yang hampir serupa. Keduanya memiliki bentuk koloni *filamentous* (Gambar 6A 6B), topografi *flat*, dan tekstur permukaan *cottony*. Bagian atas koloni keduanya berwarna putih, sedangkan bagian bawah CEA1 berwarna ungu dengan tepi krem dan CEA2 berwarna ungu dengan tepi putih. Keduanya menghasilkan tetesan eksudat berupa cairan bening yang muncul di atas permukaan koloni saat diamati umur 7 HSI (Gambar 6A 6B), yang menurut Nuraini *et al.* (2017) merupakan hasil metabolisme dari cendawan antagonis. Waktu kemunculan tetesan eksudat ini bervariasi, ada yang muncul pada tahap pertumbuhan muda (2-4 HSI) atau tahap lebih tua (7 HSI ke atas). Pada CEA1 menunjukkan sedikit garis radial dan lingkaran konsentris, sedangkan CEA2 hanya memiliki lingkaran konsentris.

Tabel 3. Morfologi cendawan endofit pada media cawan petri

Isolat	Bentuk	Topografi	Tekstur Permukaan	Warna		Tetesan Eksudat	Garis Radial	Lingkaran Konsentris
				Atas	Bawah			
CEA1	<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Cottony</i>	Putih	Ungu tepi krem	Ada	Ada	Ada
CEA2	<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Cottony</i>	Putih	Ungu tepi putih	Ada	-	Ada
CEA3	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	Granular	Putih kehijauan	Hijau tepi kuning	Ada	-	-

Keterangan: (-) Tidak memiliki karakter yang diamati



Gambar 6. Morfologi koloni cendawan secara makroskopis (A) CEA1 (B) CEA2 (C) CEA3

(a) Tetesan eksudat (b) Bentuk koloni (kiri: tampak atas, kanan: tampak bawah)

Selain itu, CEA1 dan CEA2 mampu menghasilkan tetesan eksudat yang merupakan ciri dari cendawan antagonis. Nuraini *et al.* (2017) menegaskan bahwa ciri-ciri makroskopis seperti tetesan eksudat, miselia udara, dan sklerotia mendukung aktivitas antagonis cendawan endofit. Jamilatun & Shufiyani (2019) juga berhasil mengisolasi cendawan asal alang-alang dengan ciri-ciri yang sama yaitu koloni putih krem, tekstur *cottony-powdery*, tepi rata, permukaan gelombang timbul, dan pola pertumbuhan koloni yang menyebar.

Isolat CEA3 memiliki bentuk koloni *irregular* (Gambar 6C), topografi *flat*, tekstur permukaan granular, bagian atas koloni berwarna putih kehijauan dan bagian bawah berwarna hijau dengan tepi kuning. Koloni ini juga menunjukkan adanya tetesan eksudat (Gambar 6C), namun tidak ada garis radial maupun lingkaran konsentris. Ciri-ciri koloni tersebut serupa dengan hasil penelitian Jamilatun & Shufiyani (2019) yang mengisolasi cendawan endofit asal akar tanaman alang-alang. Salah satu isolat memiliki karakteristik koloni dengan permukaan putih, warna dasar putih krem pada bagian dalam, tepi rata, permukaan gelombang timbul, serta pola pertumbuhan koloni yang menyebar.

Uji Patogenisitas pada Kentang

Tanaman akan menunjukkan gejala terlebih dahulu sebelum terjangkit suatu penyakit. Untuk memastikan penyebab gejala tersebut, dilakukan uji patogenisitas secara *in vitro*. Menurut Asril & Leksikowati (2019), aktivitas pektinolitik yang terjadi pada cendawan dapat diamati melalui uji patogenisitas ini. Keberadaan aktivitas ini menandakan bahwa cendawan

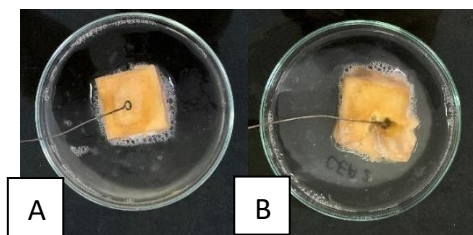
dapat merusak pektin yang menyusun dinding sel tanaman.

Tabel 4. Hasil uji patogenisitas pada kentang

No	Isolat	Keterangan
1	CEA 1	Keras
2	CEA 2	Lunak
3	CEA 3	Keras

Keterangan: Kentang yang lunak bersifat patogen dan kentang yang keras tidak bersifat patogen

Berdasarkan hasil pengujian terhadap tiga isolat, terdapat satu isolat cendawan yang mampu melunakkan tekstur kentang yaitu isolat CEA 2 (Tabel 4). Isolat tersebut dikatakan bersifat patogen karena saat bagian tengah kentang ditekan, menimbulkan kerusakan (lunak dan hancur) pada bagian tersebut (Gambar 7B). Selain itu, kandungan air yang tinggi mempercepat proses pembusukan dan kentang yang terinfeksi patogen juga mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap selama masa inkubasi. Cendawan menghasilkan enzim yang dapat memecah jaringan kentang, sehingga menyebabkan teksturnya melunak dan mempercepat proses pembusukan. Sebagaimana pernyataan Aini (2019) bahwa Enzim pektinolitik yang dihasilkan oleh cendawan patogen menyebabkan degradasi dinding sel, sehingga memicu maserasi jaringan umbi dan membuat kentang menjadi lunak. Enzim pektinolitik juga dapat menyebabkan terlepasnya ikatan antar sel, keluarnya air dan nutrisi dari dalam sel, dan berakhir pada kematian sel.



Gambar 7. Hasil uji patogenesis pada kentang 3 HSI (A) Keras, tidak bersifat patogen (B) Lunak, bersifat patogen

Isolat CEA1 dan CEA3 tidak bersifat patogen karena tidak menyebabkan kerusakan pada kentang. Saat diberi penekanan dengan jarum ose, kentang tetap bertekstur keras dan tidak hancur, meskipun mengalami sedikit perubahan warna menjadi lebih gelap (Gambar 7A). Cendawan endofit yang bersifat non-patogen memiliki potensi untuk digunakan sebagai agen pengendalian hayati karena mampu berinteraksi dengan tanaman secara menguntungkan tanpa menyebabkan kerusakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Tahap eksplorasi berhasil mengisolasi 23 isolat cendawan endofit asal akar alang-alang. Isolat CEA1, CEA2, dan CEA3 memiliki kemampuan antagonisme dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Foc* secara *in vitro* dengan penghambatan yang bervariasi. Isolat CEA3 menunjukkan hasil terbaik dengan persentase daya hambat hingga 58,21%, diikuti CEA2 51,36%, dan CEA1 47,60%. Luas pertumbuhan koloni *Foc* yang dapat ditekan oleh CEA1, CEA2, dan CEA3 berturut-turut sebesar 4,74 cm, 6,34 cm dan 7,38 cm. Isolat CEA1 dan CEA2 memiliki bentuk koloni *filamentous*), topografi *flat*, tekstur permukaan *cottony*, berwarna putih keunguan, ada tetesan eksudat, dan CEA1 ada garis radial serta lingkaran konsentris, sedangkan CEA2 hanya ada lingkaran konsentris. Isolat CEA3 memiliki bentuk koloni *irregular*, topografi *flat*, tekstur permukaan granular, berwarna putih kehijauan, ada tetesan eksudat, dan tanpa garis radial maupun lingkaran

konsentris. Isolat CEA3 dan CEA1 tidak bersifat patogen, sedangkan isolat CEA2 bersifat patogen. Studi lebih lanjut pada uji biokimia dan molekuler berbasis sekuen DNA spesifik hingga tingkat spesies maupun forma spesialis diperlukan untuk identifikasi yang lebih akurat. Selain itu, perlu dilakukan uji secara *in vivo* agar dapat mengevaluasi efektivitas cendawan endofit dalam kondisi lingkungan yang lebih kompleks.

Saran

Untuk identifikasi selanjutnya pada masing-masing isolat cendawan endofit agar dapat dibedakan secara jelas pada tingkat spesies maupun forma spesialisnya, maka perlu penelitian lebih lanjut secara mikroskopis, uji biokimia, maupun ke arah molekuler yaitu berdasarkan sekuen DNA spesifik sehingga identifikasi menjadi lebih akurat dan dapat digunakan sebagai metode pembandingan dari metode pengamatan morfologi yang dilakukan sebelumnya. Selain itu, perlu dilakukan uji secara *in vivo* agar dapat mengevaluasi efektivitas cendawan endofit dalam kondisi lingkungan yang lebih kompleks.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada Bapak Andree Saylendra, S.P., M.Si. atas dukungan dana penelitian dan berkontribusi dalam diskusi pada penelitian dan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghna, A., Lisnawita, & Lahmuddin. (2019). *Potensi Fusarium Non Patogenik untuk Mengendalikan Fusarium oxysporum f. sp. cubense Pada Tanaman Pisang Barangan*. Jurnal Agroekoteknologi, 7(2), 303–311. <https://doi.org/https://doi.org/10.32734/ja.v7i2.2428>
- Aini, A. N. (2019). *Potensi Jamur Rhizosfer Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Pembusuk Umbi*

- Porang (Amorphophallus muelleri Blume) Pascapanen* [Tesis, Universitas Brawijaya]. Universitas Brawijaya Repository. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/177631>
- Aji, O. R., Sari, A. K., & Putri, D. A. (2022). *Isolasi dan Uji Aktivitas Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Pisang (Musa paradisiaca L.) terhadap Fusarium oxysporum*. Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi, 10(1), 10–17. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i1.4718>
- Aryani, P., Kusdiyantini, E., & Suprihadi, A. (2020). *Isolasi Bakteri Endofit Daun Alang-alang (Imperata cylindrica) dan Metabolit Sekundernya yang Berpotensi sebagai Antibakteri*. Jurnal Akademika Biologi, 9(2), 20–28.
- Asril, M., & Leksikowati, S. S. (2019). *Isolasi dan Seleksi Bakteri Proteolitik Asal Limbah Cair Tahu sebagai Dasar Penentuan Agen Pembuatan Biofertilizer*. Elkawnie, 5(2), 86–99. <https://doi.org/10.22373/ekw.v5i2.4356>
- Aziz, B. I. W., Rasyid, R., & Gawarti. (2021). *Pemanfaatan Kulit Batang Pisang Sebagai Karya Kerajinan pada Ibu-Ibu Rumah Tangga Desa Kaliang Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang*. Jurnal Imajinasi, 5(1), 26–33. <https://doi.org/https://doi.org/10.26858/i.v5i1.21563>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2023). *Produksi Tanaman Buah-buahan*. Diakses pada 15 Juli 2024. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Barnett, H. L. & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (4th ed.). APS Press.
- Fatima, I., Kanwal, S., & Mahmood, T. (2018). *Evaluation of Biological Potential of selected Species of Family Poaceae from Bahawalpur, Pakistan*. BMC Complementary and Alternative Medicine, 18(27), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2092-1>
- Fety, Khotimah, S., & Mukarlina. (2015). *Uji Antagonis Jamur Rizosfer Isolat Lokal terhadap Phytophthora sp. yang Diisolasi dari Batang Langsung (Lansium domesticum Corr.)*. Protobiont, 4(1), 218–225.
- Hidayat, R. A., & Isnawati. (2021). *Isolasi dan Karakterisasi Jamur Selulolitik pada Fermetodege: Pakan Fermentasi Berbahan Campuran Eceng Gondok, Bekatul Padi, dan Tongkol Jagung*. LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi, 10(2), 176–187. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n2.p176-187>
- Irawati, A. F. C., Mutaqin, K. H., Suhartono, M. T., Sastro, Y., Sulastri, & Widodo. (2017). *Eksplorasi dan Pengaruh Cendawan Endofit yang Berasal dari Akar Tanaman Cabai Terhadap Pertumbuhan Benih Cabai Merah*. Jurnal Hortikultura, 27(1), 105–112. <https://doi.org/10.21082/jhort.v27n1.2017.p105-112>
- Istifadah, N., Septiandini, A., Hartati, S., & Widiyanti, F. (2022). *Inhibition Effects of Culture Filtrates and Volatile Compounds of Antagonistic Microbes Isolated from Vermicompos and Compost Teas on the Growth of Alternaria solani Sor. in Vitro*. Cropsaver: Journal of Plant Protection, 5(2), 98–105. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v5i2.43278>
- Jamilatun, M., & Shufiyani. (2019). *Isolasi dan Identifikasi Kapang Endofit dari*

- Tanaman Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) BEAUV.). Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan), 6(1), 27–36.
<https://doi.org/10.36743/medikes.v6i1.92>
- Javaid, A., Naqvi, S. F., Shoaib, A., & Iqbal, S. M. (2015). *Management of Macrophomina phaseolina by Extracts of an Allelopathic Grass Imperata cylindrica*. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 52(1), 37–41.
- Kandar, M., Suhandono, S., & Aryantha, I. N. P. (2018). *Growth Promotion of Rice Plant by Endophytic Fungi*. Journal of Pure and Applied Microbiology, 12(3), 1569–1577.
<https://doi.org/10.22207/JPAM.12.3.62>
- Nuraini, F. R., Setyaningsih, R., & Susilowati, A. (2017). *Screening and Characterization of Endophytic Fungi as Antagonistic Agents Toward Fusarium oxysporum on Eggplant (Solanum melongena)*. Biodiversitas, 18(4), 1377–1384.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d180413>
- Putri, D. S. (2023). *Pengaruh Pemberian Empat Ekstrak Gulma Untuk Pengendalian Jamur Fusarium oxysporum Pada Bawang Merah Secara In Vitro* [Skripsi, Universitas Tidar]. Universitas Tidar Repository.
<https://repository.untidar.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&fid=37073&bid=13416>
- Sari, W. (2023). *Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Pisang*. Deepublish Digital.
<https://deepublishstore.com/ebook/e-book-penyakit-layu-fusarium-pada-tanaman-pisang/?srsltid=AfmBOopsItI1-UBjuK68YekhP-kjsNGPc7A1F1r7EC3Idpli5qe4h-F>
- Saylendra, A., Nurmayulis, & Ahdiani, P. (2017). *Potensi Pseudomonas sp. Untuk Mengendalikan Penyakit Hawar Daun Bakteri (Xanthomonas oryzae pv. Oryzae) secara In Vitro*. Agrosaintek: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian, 1(1), 34–38.
<https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v1i1.5>
- Sunariasih, N. P. L., Suada, I. K., & Suniti, N. W. (2014). *Identifikasi Jamur Endofit dari Biji Padi dan Uji Daya Hambatnya terhadap Pyricularia oryzae Cav. Secara In Vitro*. Agroteknologi Tropika, 3(2), 51–60.
<http://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT51>
- Susanti, A., Afifah, N., & Febrianti, R. (2021). *Penekanan Jamur Endofit Terhadap Patogen pada Tanaman Jambu Bol Gondang Manis*. Jurnal Viabel Pertanian, 15(1), 1–15.
<https://doi.org/10.35457/viabel.v15i1.1282>
- Watanabe, T. (2010). *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species* (3rd ed.). CRC Press.