

PENGHAMBATAN CENDAWAN ENDOFIT BUNGA BAWANG DAYAK *Fusarium solani* EnI TERHADAP CENDAWAN KONTAMINAN SECARA *IN VITRO* DAN CENDAWAN PATOGEN SECARA *IN VIVO*

INHIBITATION OF ENDOPHYTIC FUNGI FROM DAYAK ONION'S FLOWER *Fusarium solani* EnI AGAINST CONTAMINANT FUNGI *IN VITRO* AND PLANT PATHOGEN *IN VIVO*

Noorkomala Sari^{1*}, Untung Santoso¹, Akhmad Rizali¹, Siti Norhaliza¹, Tiya Dwi Nanda¹, dan Kris Budi Santoso¹

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat

*Corresponding Author. E-mail address: noorkomala.sari@ulm.ac.id

ARTICLE HISTORY:

Received: 20 February 2024

Peer Review: 5 April 2024

Accepted: 10 October 2025

KATA KUNCI:

Antagonisme, agen pengendali biologi, ketahanan tanaman, kontrol penyakit tanaman

ABSTRAK

Cendawan endofit adalah salah satu agen pengendali biologi yang dapat melindungi tanaman dari serangan patogen. Bawang dayak merupakan tanaman obat di Kalimantan Selatan sebagai inang dari cendawan endofit yang berpotensi sebagai agen pengendali biologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan cendawan endofit bunga bawang dayak, *Fusarium solani* EnI, dalam mengendalikan penyakit layu fusarium di tanaman bawang merah, kemampuan hambatnya dengan *Aspergillus flavus* dan skrining bahan metabolit yang terkandung dalam ekstrak kultur endofit. Metode penelitian menggunakan uji penghambatan *in vitro* terhadap *A. flavus*, kejadian penyakit layu fusarium pada tanaman bawang yang merah yang diaplikasikan endofit cendawan bunga bawang dayak *F. solani* EnI di rumah kaca serta skrining fitokimia kultur endofit. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu perbedaan media tumbuh secara *in vitro* dan pengayaan cendawan endofit pada benih dan media tanam secara *in vivo*. Parameter pengamatan meliputi persen daya hambat, kejadian penyakit layu fusarium, tinggi tanaman, berat kering tanaman dan uji kualitatif fitokimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan benih dan media tanam yang diperkaya cendawan endofit *F. solani* EnI pada bawang merah telah meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan layu fusarium ditunjukkan dengan meningkatnya pertumbuhan tanaman dari parameter tinggi tanaman yaitu dengan nilai tanaman tertinggi 43 cm pada 7 MST dan berat kering tertinggi yaitu 22 g. Hal ini dikarenakan kemampuan endofit yang mengandung senyawa metabolit terpenoid yang bersifat antimikroba dari hasil kualitatif fitokimianya. Cendawan endofit *F. solani* EnI juga mampu menghambat pertumbuhan cendawan kontaminan *A. flavus* secara *in vitro* dengan daya hambat 50-68 % pada variasi media PDA, jagung dan kedelai.

ABSTRACT

One biological control agent that has recently been shown to be able to shield plants from diseases is endophytic fungus. Dayak onion is a medicinal plant in South Kalimantan as a host of endophytic fungi that have the potential as biological agents. The purpose of this research is to evaluate the potential of endophytic fungus from dayak onion flowers in controlling fusarium wilt disease in red onion plants, its inhibitory ability with *Aspergillus flavus* and screening of secondary metabolites from its culture extracts. The research method used *in vitro* inhibition tests against *A. flavus*, the incidence of fusarium wilt disease in red onion plants applied endophytic fungi from dayak onion flower *Fusarium solani* EnI in greenhouses and phytochemical screening of endophytic cultures. The study used a one-factor Complete Randomized Design. Observation parameters include the incidence of fusarium wilt disease, plant height, and dried weight of plant. The data was then carried out ANNOVA one-way and Duncan Multiple (DMRT) test. The results showed that the endophytic of *Fusarium solani* EnI has increased plant resistance to fusarium wilt attack as shown by increasing plant growth from plant height parameters and plant wet weight in the treatment of fungi endophyte. This is due to the ability of endophytes that contain terpenoid metabolite compounds that are antimicrobial. Endophytic fungi *F. solani* EnI can also inhibit the growth of *A. flavus* through *in vitro* inhibition tests with 50-68% inhibitory power in variations of growth media.

KEYWORDS:

Antagonism, biological control agent, plant defense, plant diseases controlling

1. PENDAHULUAN

Senyawa fitokimia yang ditemukan pada tanaman bawang dayak (*Eleutherine palmifolia*) diantaranya triterpenoid, steroid saponin, tannin, flavonoid, fenolik, dan alkaloid (Febrianda et al., 2013). Sedangkan kandungan tinggi 33,8% fenol dan flavonoid terdapat di bunganya (Shi et al., 2019). Studi melaporkan potensi kandungan senyawa fitokimia tanaman obat tersebut dapat dimanfaatkan dengan menggunakan cendawan endofit yang berasosiasi pada tanaman tersebut. Endofit dikenal mampu mensintesis senyawa bioaktif yang sama dengan tanaman inangnya (Singh & Kumar, 2023) khususnya tanaman obat (Harahap et al., 2017; Gómez et al., 2018; Toppo et al., 2024; Singh et al., 2023). Kemampuan produksi senyawa yang sama ini dikarenakan cendawan endofit mewarisi deretan kode genetik dari jaringan tanaman inangnya melalui proses evolusi yang bersifat mutualisme (Tan & Zou, 2001; Vasundhara et al., 2019; Rai et al., 2021). Manifestasi hubungan mutualisme ini disebut dengan ketahanan tanaman terinduksi yang sebagai bahan induksi yaitu bahan biologi atau agen biologi menggunakan endofit (Sari, 2020).

Keunggulan cendawan endofit sebagai agen pengendali biologi karena kulturnya singkat, mudah dan tidak mencemari lingkungan ketika diaplikasikan di lapangan. Selain sebagai agen peningkat ketahanan tanaman terhadap penyakit, cendawan endofit juga berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada penelitian ini dilakukan pengekstraksian senyawa metabolit sekunder dari kultur endofit sebagai bahan anticendawan patogenik pada bidang pertanian.

Cendawan endofit *Fusarium solani* dilaporkan sebagai salah satu agen antagonis (Gao et al., 2010). Cendawan endofit *F. solani* dan ekstrak cendawan endofit tersebut memiliki daya hambat terhadap patogen tanaman. Penelitian terdahulu telah mengisolasi *F. solani* EnI dari bunga bawang Dayak dan menguji daya antagonismenya secara *in vitro* terhadap agen penyebab penyakit layu fusarium pada bawang merah yaitu, *Fusarium oxysporum*, sebesar 65,37% (Rizali et al., 2021a) selain itu ekstrak dari *F. solani* En1 juga menunjukkan daya hambat 71,09% terhadap *F. oxysporum* secara *in vitro* (Rizali et al., 2021b).

Selain sebagai agen pengendali patogen tanaman, cendawan endofit juga dilaporkan dapat mengendalikan cendawan kontaminan yaitu *Aspergillus flavus*, salah satunya yang telah dilaporkan yaitu *Trichoderma* spp. (Najib et al., 2014). Begitu pula dengan bakteri endofit yang diisolasi dari kacang tanah mampu menghambat pertumbuhan *A. flavus*. Zahara (2018) menyatakan kemampuan antagonistik tersebut menunjukkan bahwa cendawan endofit yang diisolasi dari jaringan tanaman dapat menghentikan perkembangan cendawan patogen penyebab penyakit tanaman dan cendawan kontaminan.

Pengendalian penyakit tanaman dan cendawan kontaminan penghasil mikotoksin sering dilakukan dengan mengaplikasikan pestisida kimia namun apabila pengaplikasian bahan sintetik tersebut tidak dilakukan secara bijaksana maka potensi pencemaran lingkungan dan pangan akan terjadi dan kemungkinan ledakan penyakit juga akan semakin besar. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan hambat cendawan endofit *F. solani* EnI terhadap dan *F. oxysporum* di rumah kaca melalui perlakuan benih dan media tanam, uji penghambatannya juga terhadap kontaminan *A. flavus* pada tiga jenis media kultur secara *in vitro*, serta skrining senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak kultur cendawan endofit tersebut.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Pembuatan Media PDA, Media Jagung dan Kedelai

Pada penelitian ini pengujian penghambatan terhadap *A. flavus* dilakukan pada tiga jenis media kultur yaitu PDA, jagung dan kedelai. Jagung dan kedelai merupakan inang dari cendawan

kontaminan *A.flavus*. (Shi et al., 2023; Pratiwi et al., 2015). Pembuatan media PDA dengan melarutkan 39 gr PDA (Merck) pada 1 L aquades dalam erlenmeyer diaduk secara homogen dan disterilisasi menggunakan autoklaf 121°C selama 15 menit. Sedangkan pembuatan modifikasi media jagung atau kedelai masing masing 100 gr jagung atau kedelai dicuci hingga bersih, kemudian direbus dengan 1 L akuades sampai empuk. Sari jagung atau kedelai disaring kemudian ditambahkan 20 gr dextrose dan 15 gr bubuk *agar plain* diaduk hingga homogen kemudian disterilisasi dengan autoklaf 121°C selama 30 menit.

2.2 Isolasi *Aspergillus flavus* dari Kacang Kedelai yang Terkontaminasi

Miselia dari *A. flavus* yang menginfeksi kacang kedelai diambil menggunakan jarum ent secara aseptis kemudian diinokulasikan pada media PDA steril, kultur disimpan selama 7 hari, kemudian dilakukan pemurnian dan identifikasi isolat.

2.3 Uji Penghambatan Endofit *F. solani* EnI terhadap *A. flavus* pada Media PDA (*Potato Dextrose Agar*), Jagung dan Kedelai

Media pertumbuhan kultur menggunakan 3 perlakuan yaitu media PDA, media modifikasi jagung dan media modifikasi kedelai. Tiap perlakuan dilakukan 8 ulangan sehingga terdapat 24 satuan percobaan. Cawan perlakuan diberi jarak 3 cm pada masing- masing tiga titik (Gambar 1). Titik paling kanan diinokulasikan *F. solani* En1 dan di sisi kiri adalah isolat *A. flavus*, sedangkan untuk cawan kontrol diinokulasikan agar plug pada titik kanannya (Gambar 1). Penghitungan daya hambat dilakukan selama 7 HSI (Hari Setelah Inokulasi).

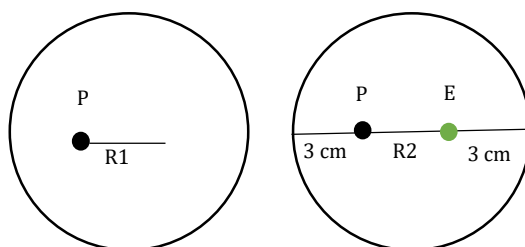
Rumus penghambatan dihitung dengan formulasi dibawah ini:

$$\text{Daya hambat (\%)} = (r1 - r2)/r1 \times 100 \quad (1)$$

Keterangan: r1= jari-jari hifa patogen pada cawan kontrol (a); r2= jari-jari hifa patogen pada cawan perlakuan (b)

2.4 Ekstraksi Kultur Endofit *F. solani* EnI

Cendawan endofit *F. solani* En1 dikulturkan dan ditumbuhkan di media PDB (*Potato Dextrose Broth*) selama 21 hari suhu 25°C pada rotary shaker 120 rpm. Setelah 21 hari, miselia dan filtrat kultur kemudian disaring dengan penyaring bervacum. Hasil saringan berupa filtrat dimaserasi dengan etil asetat rasio 1:1 dan n-heksana rasio 10:1, sedangkan miselia dimaserasi dengan etil asetat, n-heksana, dan etanol rasio 1:5. Proses maserasi dan ekstraksi diulang sebanyak 3 kali berturut-turut. Pelarut kemudian diuapkan dengan menggunakan *rotary evaporator* dan selanjutnya hasil rotary evaporator ditampung untuk kemudian dilakukan skrining fitokimianya. Skrining fitokimia meliputi keberadaan senyawa alkaloid; terpenoid; flavonoid; polifenol; dan saponin.



Gambar 1. Ilustrasi Uji antagonis dengan metode *Dual culture*

2.5 Persiapan Benih

Seed treatment bawang merah dilakukan dengan merendam benih bawang merah pada masing masing suspensi spora cendawa endofit *F.solani* EnI selama 1X24 jam yaitu: FsEnI (benih direndam pada larutan spora EnI yaitu 25.10^6 sel/L)); EnI (benih direndam pada larutan spora EnI); Fs (benih tanpa direndam pada larutan spora EnI); dan kontrol (benih tanpa direndam pada larutan spora EnI. Masing masing benih tersebut disemai dan menjadi tanaman uji pada masing-masing perlakuan media tanamannya.

2.6 Pembuatan Starter Biakan Cendawan Endofit pada Media Beras dan Pembuatan Media Tanam Diperkaya Cendawan Endofit

Kultur *F.solani* EnI selanjutnya diperbanyak lagi pada 100 gr media beras setengah matang sampai media beras tersebut penuh dengan koloni endofit yang selanjutnya disebut starter. Starter cendawan tersebut selanjutnya diperbanyak pada media tanam yaitu tanah dan pupuk organik dengan perbandingan 10 gr starter cendawan endofit: 5 kg media tanam dan diinkubasi selama 7 hari. Media yang telah dipersiapkan tadi digunakan sebagai media tanam bawang merah di rumah kaca.

2.7 Aplikasi Endofit *F. solani* EnI pada Media Tanam Bawang Merah di Rumah Kaca

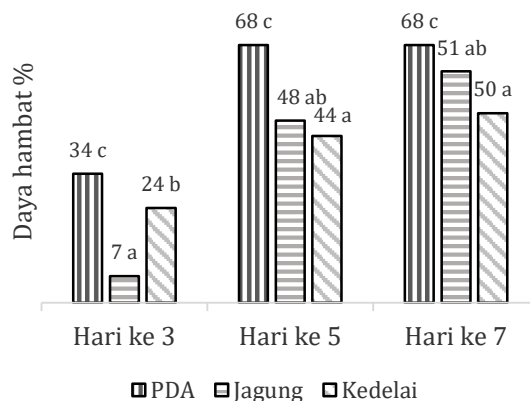
Bibit bawang merah yang sehat dan berumur 21 HSS (Hari Setelah Semai) dari *tray* di pindahkan ke dalam polybag. Setiap polybag ditanam 1 bibit bawang merah. Pemilihan media tanam polybag berdasarkan masing-masing perlakuan benihnya. Setiap perlakuan terdiri atas 6 ulangan dan perlakuan terdiri atas: FsEnI (media tanam diperkaya endofit EnI + inokulasi patogen Fs); EnI (media tanam yang diperkaya EnI); Fs (media tanam tanpa diperkaya endofit + inokulasi patogen *F.oxysporum*; dan Kontrol (media tanam tanpa diperkaya endofit maupun inokulasi patogen Fs). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, ada/tidaknya gejala kejadian penyakit layu fusarium, dan berat kering tanaman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Penghambatan Endofit *Fusarium solani* EnI terhadap *Aspergillus flavus*

Berdasarkan uji penghambatan cendawan endofit *F. solani* EnI terhadap cendawan *A.flavus* pada media PDA, media modifikasi jagung, dan media modifikasi kedelai (Gambar 2). Gambar 2 menunjukkan daya hambat *F. solani* EnI pada 3 HSI di media kultur PDA 34%, media modifikasi jagung 7%, dan media modifikasi kedelai 24%. Pada media modifikasi jagung memiliki nilai daya hambatnya terendah dibandingkan perlakuan media lain, hal ini disebabkan cendawan *F. solani* masih belum optimum menyerap nutrisi dari gula jagung dengan baik hal ini dilaporkan oleh Gandjar (2006) bahwa dikarenakan kandungan media uji yang kompleks, jamur uji membutuhkan waktu lebih lama untuk menguraikan bahan organik kompleks menjadi senyawa sederhana yang dapat diserapnya dan digunakan untuk sintesis sel dan ATP.

Pada 5 HSI, daya hambat *F. solani* EnI pada media PDA sebesar 68%, media modifikasi jagung menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan yaitu menjadi 48% Pada media kedelai menunjukkan nilai daya hambat sebesar 44 %. peningkatan daya hambat yang sangat besar yang pada pengamatan hari ke 3 sebesar 7% menjadi 46%. Peningkatannya cukup besar yaitu sebesar 39%. Hal ini disebabkan mulai dari 3 sampai 5 HSI cendawan *A. flavus* sudah mulai bisa menyerap nutrisi dari media modifikasi jagung dan cendawan endofit *F. solani* EnI pada cawan perlakuan semakin tumbuh menekan pertumbuhan koloni cendawan *A. flavus* dan nilai rata – rata daya hambat pada media modifikasi kedelai sebesar 44%.



Gambar 2. Daya hambat *F. solani* EnI terhadap *A. flavus* pada media PDA, jagung, dan kedelai pada hari ke 3, 5, dan 7 HIS.

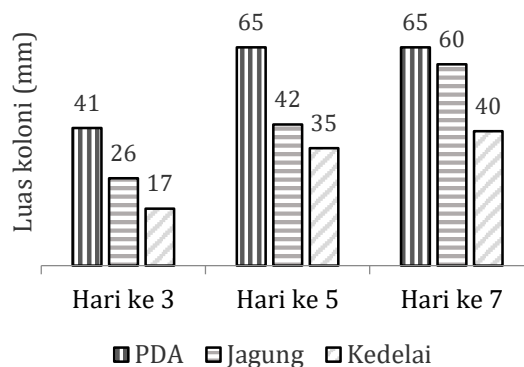
Pada pengamatan hari ke 7 terlihat bahwa nilai daya hambat *F. solani* EnI pada media PDA yaitu 68% tidak adanya peningkatan dari pengamatan hari ke 5, pada media modifikasi jagung hambat menjadi 51% dan pada media modifikasi kedelai 50 %. Daya hambat pada media PDA sebesar 68% tidak ada penambahan nilai daya hambat, jika dilihat dari cawan kontrol pada media PDA, diameter koloni cendawan *A. flavus* sudah hampir memenuhi cawan petri. Sedangkan rata – rata diameter cendawan *A. flavus* pada cawan perlakuan tidak mengecil, yang disebabkan oleh cendawan endofit *F. solani* EnI yang tidak dapat menekan pertumbuhan *A. flavus* lebih besar lagi. Dan pada media modifikasi jagung nilai rata-ratanya meningkat dari pengamatan hari ke 5, yaitu sebesar 51%. Sedangkan pada media dasar kedelai nilai rata-rata daya hambatnya sebesar 50%.

Menurut Octriana (2011), pertumbuhan patogen akan terhambat apabila terjadi kompetisi antara agen antagonis dengan patogen yang menyebabkan patogen tidak mempunyai ruang untuk tempat bertumbuhnya. Pada cawan perlakuan, pada pengamatan hari ke 3, pertumbuhan miselium cendawan endofit *F. solani* EnI mampu tumbuh di atas bagian tubuh cendawan *A. flavus*. Mekanisme interaksi ini adalah parasitisme. Menurut Porter (1942) dan Gao et al., (2010) menyebutkan adanya asosiasi parasitisme diantara cendawan patogen dengan cendawan antagonis ditunjukkan dengan tumbuhnya miselia cendawan antagonis di atas koloni patogen yang mengakibatkan miselia patogen kekurangan nutrisi dan mengalami lisis.

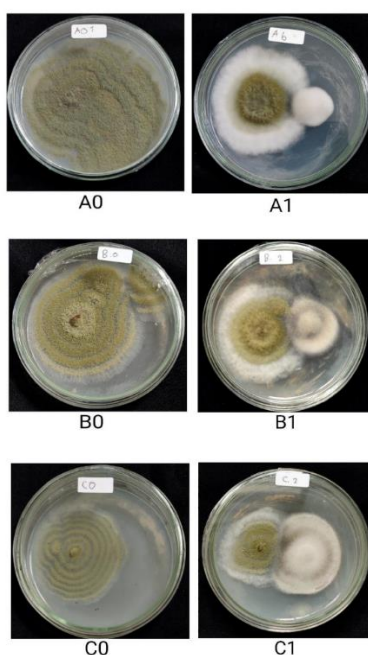
3.1.1 Luas Koloni *A. flavus* pada media PDA, Jagung dan Kedelai

Perbandingan pertumbuhan cendawan *A. flavus* pada media PDA, media dasar jagung, dan kedelai. Pada pengamatan hari ketiga terlihat bahwa rata – rata diameter pertumbuhan cendawan *A. flvaus* tertinggi terdapat pada media PDA sebesar 41 mm, dan media modifikasi jagung sebesar 26 mm, dan media modifikasi kedelai 17 mm, diameter terbesar ada pada media PDA, selisih 15 mm dari media jagung, dan selisih 24 mm dengan media kedelai (Gambar 3).

Pada pengamatan hari ke 5 terlihat adanya peningkatan diameter *A. flavus* pada media PDA sebesar 65 mm meningkat sebesar 24 mm, dan pada media dasar jagung pertumbuhannya sebesar 42 mm meningkat sebesar 16 mm dan pada media dasar kedelai sebesar 35 mm meningkat sebesar 18 mm. Peningkatan pertumbuhannya terbesar pada media dasar kedelai, tetapi untuk diameter koloni *A. flavus* terbesar ada pada media PDA, terbesar ke 2 ada pada media dasar jagung, dan terbesar ke 3 pada media dasar kedelai.



Gambar 3. Perbandingan luas koloni *A. flavus* pada media PDA, jagung, dan kedelai pada pengamatan hari ke 3, 5, dan 7.



Keterangan : A1. PDA (perlakuan), A0. PDA (kontrol), B1. Jagung (perlakuan), B0. Jagung (kontrol), C1. Kedelai (perlakuan), C0. Kedelai (kontrol)

Gambar 4. Penghambatan *F.solani* EnI terhadap *A.flavus* pada media PDA, jagung, dan kedelai

Pada pengamatan hari ke 7 menunjukan bahwa diameter koloni *A. flavus* pada media PDA sebesar 65 mm, tidak adanya peningkatan diameter koloni dari pengamatan hari ke 5, dan diameter koloni *A. flavus* pada media dasar jagung sebesar 60 mm meningkat sebesar 18 mm, dan diameter koloni *A. flavus* pada media dasar kedelai sebesar 40 mm, meningkat 5 mm. Pada pengamatan hari ke 7 diameter cendawan *A. flavus* terbesar ada pada media PDA kedua ada pada media modifikasi jagung, dan ketiga ada pada media modifikasi kedelai, pada pengamatan hari ke 7 ini peningkatan pertumbuhannya semakin kecil dibandingkan pada hari ke 5 atau pun hari ke 3. Perbedaan pertumbuhan jamur pada media PDA, jagung, dan kedelai dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain lingkungan meliputi suhu dan kelembapan morfologis cendawan itu sendiri, serta komposisi nutrisi yang terdapat pada media atau substrat cendawan sebagai tempat tumbuh (Sharma, 2010).

Pada media PDA cendawan *A. flavus* koloninya terlihat lebih tebal dan berwarna hijau tua dan pada ujung miselum berwarna putih dan semakin menebal (Gambar 4). pada media jagung *A. flavus* terlihat koloni nya lebih tipis dibandingkan dengan media PDA warna koloninya berwarna hijau lebih terang dibandingkan dengan media dasar PDA dan pada ujung miselum nya berwarna putih. Pada media kedelai koloni cendawan *A. flavus* lebih tipis dibandingkan dengan media PDA dan kedelai, tetapi warna koloni *A. flavus* pada media kedelai berwarna hijau lebih gelap dibandingkan media modifikasi jagung.

3.2 Skrining Fitokimia Kultur Endofit *F. solani* EnI dari Bunga Bawang Dayak

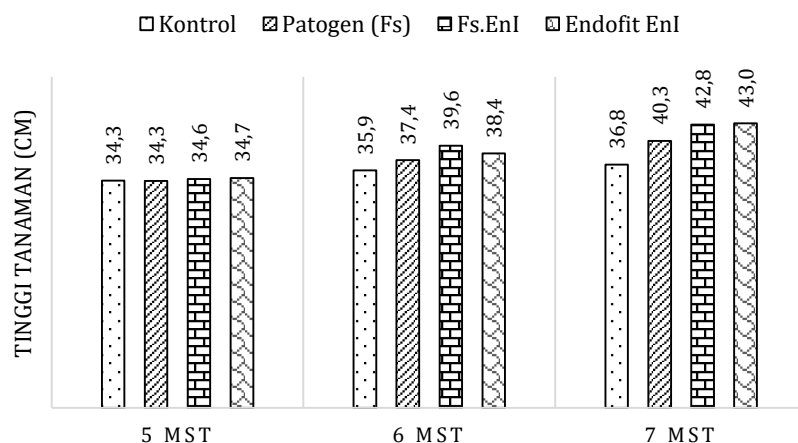
Ekstrak dari cendawan endofit tersebut kemudia diuji laboratorium untuk mengetahui jenis kandungan fitokimia di dalamnya secara kualitatif. Hasil fitokimia ditunjukkan pada tabel 1. Dari hasil skrining fitokimia ditemukan senyawa aktif terpenoid. Derivat terpenoid dikenal sebagai agen antimikroba yang bersifat resisten terhadap patogen (Mahiza et al., 2019). Studi menyebutkan terpenoid memiliki struktur yang kompleks dengan efek beragam dan mekanisme aksi yang berbeda dengan potensi sebagai antihama, antibakteri, antioksidan dan pembangun ketahanan terhadap serangan patogen (Yang et al., 2020).

3.3 Pengaruh Aplikasi Endofit *F. solani* EnI pada Media Tanam terhadap Tingkat Pertumbuhan Bawang Merah yang Diinokulasikan *F. oxysporum* Fs

Pada minggu ke-5 setelah inokulasi patogen, terlihat bahwa bawang yang diberi perlakuan cendawan endofit *F. solani* EnI menunjukkan tinggi tanaman dan jumlah daun yang lebih baik dibandingkan tanaman tanpa pemberian cendawan endofit (Gambar 6). Tinggi tanaman pada tiap perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda dengan perlakuan kontrol, inokulasi patogen *F. oxysporum*, inokulasi *F. oxysporum* dengan endofit *F. solani* EnI, dan inokulasi endofit *F. solani* EnI.

Tabel 1. Skrining fitokimia kultur *F. solani* EnI

Parameter	Filtrat	Miselia
alkaloid	-	-
terpenoid	+	+
flavanoid	-	-
polifenol	-	-
saponin	-	-



Gambar 6. Rerata tinggi tanaman bawang yang diberikan perlakuan endofit bunga bawang dayak dan patogen *F. oxysporum* (Fs).

Grafik menunjukkan bahwa tinggi tanaman tertinggi pada 7 MST dimiliki oleh tanaman bawang yang hanya diinokulasikan endofit *F.solani* EnI (43 cm), menyusul kombinasi patogen *F.oxysporum* Fs dengan endofit *F.solani* EnI (42,8), patogen *F.oxysporum* Fs saja (40,3) dan terendah di kontrol (tanpa inokulasi baik patogen maupun endofit) (36,8). Perbedaan nilai kontrol dengan pemberian endofit memberikan tambahan tinggi tanaman sebesar 6.2 cm pada bawang merah selama 7 MST. Sari (2020) menyebutkan bahwa cendawan endofit berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman dikarenakan kemampuannya dalam menginduksi hormon-hormon pertumbuhan. Secara tidak langsung endofit mampu meningkatkan ketahanan tanaman dari serangan penyakit. Ketahanan ini dapat dilihat dari tabel ada/tidaknya gejala penyakit dibawah ini (Tabel 2).

Dari tabel 2 diketahui gejala yang menunjukkan layu fusarium seperti busuk pangkal batang, daun menguning dan layu serta mengkeriting ditemukan pada sampel tanaman yang diinokulasikan patogen *F. oxysporum* saja dan kombinasi patogen dengan endofit. Sedangkan pada perlakuan lainnya baik endofit maupun kontrol tidak ditemukan gejala tersebut (Gambar 8).

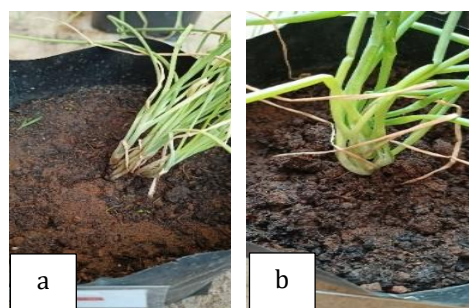
Tabel 2. Ada/Tidaknya Gejala Layu Fusarium Bawang Merah yang Diinokulasikan *F. oxysporum* dan Endofit Bunga Bawang Dayak

Perlakuan	5 MST	6 MST	7 MST
Kontrol	-	-	-
Fs	+	+	+
Fs.EnI	+	+	+
EnI	-	-	-

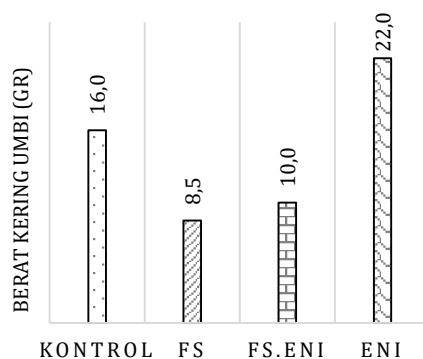
Keterangan: Fs =patogen *F.oxysporum* Fs; EnI=Endofit *F.solani* EnI



Gambar 7. Perbandingan tanaman bawang dayak yang diaplikasikan cendawan endofit *F.solani* EnI dan *F.oxysporum* pada 7 MST.



Gambar 8. Gejala layu fusarium pada tanaman yang diinokulasikan patogen (a), diinokulasikan cendawan endofit EnI (b).



Keterangan: Fs =patogen *F.oxysporum* Fs; EnI=Endofit *F.solani* EnI

Gambar 9. Rerata berat kering umbi bawang merah pada tiap perlakuan.



Gambar 10. Perbandingan berat kering bawang merah yang diaplikasikan endofit *F.solani* EnI terhadap *F.oxysporum*.

Dari Gambar 9 diketahui bahwa nilai berat kering umbi tertinggi ditemukan pada aplikasi endofit EnI saja. Hal ini berkesesuaian dengan parameter tinggi tanaman, dimana nilai tertingginya juga ditemukan pada sampel tanaman yang diberikan perlakuan endofit saja. Selain itu, sampel dengan pemberian inokulasi Fs menunjukkan nilai umbi terendah yaitu 8.5 gr hal ini dikarenakan sifatnya yang patogen merugikan dalam menurunkan hasil fotosintesis tanaman karena jumlah daun yang menguning dan layu akibat nyalanya sistem ketahanan sistemik terimbas, namun dengan penambahan aplikasi EnI, pada perlakuan kombinasi FsEnI mampu menjaga berat kering tanaman tidak menjadi terendah pada rancangan percobaan ini yaitu 10 gr. Jadi dengan inokulasi endofit mampu menjaga berat tanaman bawang merah tidak dalam posisi terendahnya dalam tingkat fotosintesa makanan. Menurut Pineda *et al.*, (2010) endofit sebagai mikrobiologi yang menguntungkan dalam menjaga ketahanan tanaman dengan cara tidak langsungnya yaitu mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman melalui penyalaan sinyal-sinyal hormon pertumbuhan. Keberadaan hormon ini dipertimbangkan dengan nilai berat kering tanaman yang lebih tinggi yaitu 22 gr dibandingkan kontrol 16 gr (Gambar 9), namun hal ini perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui jenis hormon pertumbuhan terkait dengan keberadaan cendawan endofit *F.solani* EnI.

Cendawan endofit *F.solani* berperan sebagai agen pengendali biologi karena kemampuan antagonisnya (Gao *et al.*, 2010). *F. solani* EnI menunjukkan adanya aktivitas antagonistik secara in vitro terhadap *F. oxysporum* sebesar 65,37% (Rizali *et al.*, 2021a) dan begitu juga ekstraknya terhadap *F.oxysporum* secara in vitro sebesar 71,09% (Rizali *et al.*, 2021b). Hal ini menunjukkan bahwa endofit *F.solani* EnI memiliki kemampuan yang sangat baik sebagai agen antagonis, dan bahan ekstrak yang dihasilkannya memiliki daya antagonisme pula. Pengkulturan cendawan endofit ini dapat digunakan sebagai biopestisida dalam pengendalian terpadu karena sifatnya yang ramah lingkungan. Pengekstrasian kultur endofit melibatkan ekstraksi senyawa metabolit

sekunder dari cendawan endofit. Senyawa-senyawa ini dapat digunakan sebagai bahan kimia atau elisitor untuk menghambat pertumbuhan cendawan yang merugikan di bidang pertanian.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini disimpulkan bahwa cendawan endofit *F. solani* EnI dapat menghambat pertumbuhan *A. flavus* dengan persen hambat tertinggi pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dengan nilai daya hambat 68%, diikuti media jagung 51%, dan media kedelai 50% pada pengamatan 7 HSI. Aplikasi cendawan endofit bunga bawang dayak *F. solani* EnI pada bawang merah telah meningkatkan ketahanan tanaman terhadap layu fusarium ditunjukkan dengan meningkatnya pertumbuhan tanaman dari parameter tinggi tanaman dan berat kering tanaman pada perlakuan benih dan media tanam yang diperkaya BCA cendawan endofit *F. solani* EnI.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih pada Rektor dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) ULM yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini. Penelitian ini didanai oleh DIPA Universitas Lambung Mangkurat dalam program Penelitian Dosen Wajib Meneliti (PDWM) yang dikelola oleh LPPM ULM dengan Nomor: 023.17.2.677518/2023 sesuai SK Rektor Nomor: 615/UN8/PG/2023.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Febrinda, A.E., M. Astawan, T. Wresdiyati, dan B.D. Yuliana. 2013. Kapasitas antioksidan dan inhibitor alfa glukosidase ekstrak umbi bawang dayak. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 2(24): 161-167.
- Gandjar, I., W. Sjamsuridzal, & A. Oetari. 2006. *Mikologi Dasar Dan Terapan*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. Indonesia.
- Gao, F.K., C.C. Dai., dan X.Z. Liu. 2010. Mechanisms of fungal endophytes in plant protection against pathogens. *African Journal of Microbiology Research*. 4(13): 1346-1351.
- Gómez, O. C., & J.H.H. Luiz. 2018. Endophytic fungi isolated from medicinal plants: future prospects of bioactive natural products from *Tabebuia/Handroanthus* endophytes. *Applied microbiology and biotechnology*. 102(21): 9105-9119.
- Harahap, I., Elsie, I. Nurjanah. 2017. Isolasi dan seleksi cendawan endofit dari tanaman betadin (*Jatropha multifida* L.) dan potensinya sebagai antimikroba. *Jurnal Photon*. 7(2): 109 – 114.
- Mahizan, N.A., S.K. Yang, C.L. Moo, A.A. Song, C.M. Chong, C. W. Chong, A. Abushelaibi, S.E. Lim & K.S. Lai. 2019. Terpene derivatives as a potential agent against Antimicrobial Resistance (AMR) Pathogens. *Molecules (Basel, Switzerland)*. 24(14): 2631.
- Najib, A., Hastuti, U. Sri, & E. Yusnawan. 2014. Identifikasi kapang *Trichoderma* spp. dari rhizosfer tanah pertanian kedelai dan daya antagonismenya terhadap *Aspergillus flavus* secara in vitro. 438-439.
- Octarina, L. 2011. Potensi agen hayati dalam menghambat pertumbuhan *Phytium* sp. secara in vitro. *Buletin Plasma Nutrafah*. 17(2): 138-142.
- Pineda, A., S.J. Zheng, J.J. Van Loon, C.M. Pieterse, and M. Dicke. 2010. Helping plants to deal with insects: the role of beneficial soil-borne microbes. *Trends in plant science*. 15(9): 507-514.
- Porter, C.L. 1942. Concerning the characters of certain fungi as exhibited by their growth in the presence of other fungi. *AM.J.Bot*. 11: 168–188.

- Pratiwi, C., W.P. Rahayu, H.N. Lioe, D. Herawati, W. Broto, & S. Ambarwati. 2015. The effect of temperature and relative humidity for *Aspergillus flavus* BIO 2237 growth and aflatoxin production on soybeans. *International Food Research Journal*. 22(1): 82-87.
- Rai, N., P. K. Keshri, A. Verma, S.C. Kamble, P. Mishra, S. Barik, ... V. Gautam, V. 2021. Plant associated fungal endophytes as a source of natural bioactive compounds. *Mycology*. Taylor and Francis Ltd.
- Rizali, A., N.L. Aziza, N. Sari, & S. Irsalina. 2021a. Potensi cendawan endofit dari bunga bawang dayak dalam menekan patogen *Fusarium* spp. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* 6(1).
- Rizali, A., N.L. Aziza, & N. Sari. 2021b. Antagonistic activities of endophytic fungi isolated from *Eleutherine palmifolia* flower. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*. 24(10): 1015–1021.
- Sari, N. 2020. Review of endophytic fungi as biocontrol agents against plant pathogen. *Gontor AGROTECH Science Journal*. 6(1): 55-73.
- Sharma, S.B., R.Z. Sayyed, M.H. Trivedi, & T.A. Gobi. 2013. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *Springer Plus*. 2(587): 1-14.
- Shi, P., W. Du, Y. Wang, X. Teng, X. Chen, L. Ye. 2019. Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of bulbs, leaves, and flowers made from *Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb. *Food Science dan Nutrition Journal*. 7:148-154.
- Shi, H., J. Li, Y. Zhao, J. Mao, H. Wang, & J. Zhu. 2023. Effect of *Aspergillus flavus* contamination on the fungal community succession, mycotoxin production and storage quality of maize kernels at various temperatures. *Food Research International*. 174(2): 113662.
- Singh, G., R. Zomuansangi, V. Hnamte, A. Tirkey, B.P. Singh, P.K. Singh, Zothanpuia, V.K. Gupta, P. Deka, K. Upadhyaya, & M.K. Yadav. 2023. *Chapter 6 - Endophytic microbes from medicinal plants, their antimicrobial potential, and role in green agriculture* (M.K. Solanki, M.K. Yadav, B.P. Singh, & V. K. B. T.-M. E. and P.G. Gupta (eds.)). Academic Press. pp. 87–97.
- Singh, V.K. & A. Kumar. 2023. Secondary metabolites from endophytic fungi: production, methods of analysis, and diverse pharmaceutical potential. *Symbiosis*. 90: 111 – 125.
- Tan, R.X., & W.X. Zou. 2001. Endophytes: a rich source of functional metabolites. *Natural Product Reports*. 18(4): 448-459.
- Toppo, P., P. Jangir, N. Mehra, R. Kapoor, & P. Mathur. 2024. Bioprospecting of endophytic fungi from medicinal plant *Anisomeles indica* L. For their diverse role in agricultural and industrial sectors. *Scientific Reports*. 14(1): 1-18.
- Vasundhara, M., M. Sudhakara Reddy, & A. Kumar. 2019. Secondary metabolites from endophytic fungi and their biological activities. In *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering: Microbial Secondary Metabolites Biochemistry and Applications*. Elsevier. pp. 237–258
- Yang, W., X. Chen, Y. Li, S. Guo, Z. Wang, X. Yu. 2020. Advances in pharmacological activities of terpenoids. *Natural Product Communications*. 15(3).
- Zahara, N., B.P.W. Soekarno, A. Munif. 2018. Metabolites of endophytic bacteria isolated from peanut plant as Growth inhibitor of *Aspergillus flavus*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 14(1): 15-22.