

Isolasi dan Inventarisasi Cendawan Endofit pada Tanaman Tomat

Maimuna Nontji¹⁾, Marliana Palad^{2*)}, Wulan Diniarti¹⁾, Saidah¹⁾, Aminah¹⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia
Jalan Urip Sumuharjo Km.05 Makassar Sulawesi Selatan, 90231, Indonesia

²⁾Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Cokroaminoto Makassar
Jalan Perintis Kemerdekaan Km 11 Makassar Sulawesi Selatan, 90245, Indonesia

^{*)}Correspondence author: marliana.s@ucm-si.ac.id

Abstrak

Pengendalian penyakit dengan menggunakan cendawan endofit sebagai agens hayati yang hidup pada jaringan tomat merupakan tindakan yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan menginventarisasi cendawan endofit pada akar, batang dan daun tomat, dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan proses identifikasi. Sampel diambil dari Desa Erelembang Kecamatan Tombolo Pao Kabupaten Gowa. Metode pengambilan sampel menggunakan sistem diagonal, masing-masing tiga tanaman yang dipisahkan antara bagian akar, batang dan daun. Total keseluruhan sampel 45 unit. Metode uji *Blotter* digunakan untuk mendapatkan isolate murni. Hasil inventarisasi isolate pada bagian akar dan batang tomat memiliki persamaan, yaitu secara makroskopis koloni isolate pada permukaan atas berwarna hitam dan tekstur seperti benang. Secara mikroskopis memiliki konidia spora yang berbentuk bulat, hifa hialin dan tidak bersepta. Pada isolate bagian daun, secara makroskopis memiliki permukaan atas berwarna abu-abu kebiruan dan hijau, dengan tekstur seperti kapas dan tepung. Secara mikroskopis, konidia spora berbentuk bulat, hifa hialin, dan ada hifa yang memiliki septa dan ada yang tidak. Berdasarkan dari 20 isolate murni yang teridentifikasi sebagai cendawan endofit, diperoleh tiga jenis spesies, yaitu (1) *Rhizopus oligosporus* ditemukan pada akar dan batang, (2) *Aspergillus flavus* ditemukan pada akar, batang dan daun, dan (3) *Aspergillus fumigatus* ditemukan pada daun tomat.

Kata kunci: Agen hayati, *Aspergillus*, erelembang, rhizopus.

Isolateion and Inventory Endophyte Fungus on Tomato

Abstract

Disease control by using endophytic fungi as biological agents that live on tomato tissue is an environmentally friendly measure. This study aims to isolate and inventory endophytic fungi on tomato roots, stems and leaves, using a qualitative descriptive approach with an identification process. Samples were taken from Erelembang Village, Tombolo Pao District, Gowa Regency. The sampling method used a diagonal system, each of the three plants separated by the roots, stems and leaves. The total sample is 45 units. The blotter test method is used to obtain pure isolates. The results of the inventory of isolates on the roots and stems of tomatoes have similarities, namely macroscopically the isolate colonies on the upper surface are black and have a thread-like texture. Microscopically, it has round spore conidia, hyaline hyphae and no septa. On the leaf isolates, macroscopically it has a bluish-grey and green upper surface, with a texture like cotton and flour. Microscopically, spore conidia are spherical, hyaline hyphae, and some hyphae have septa and some do not. Based on 20 pure isolates identified as endophytic fungi, three types of species were obtained, namely (1) *Rhizopus oligosporus* found on the roots and stems, (2) *Aspergillus flavus* was found on the roots, stems and leaves, and (3) *Aspergillus fumigatus* was found on the leaves tomatoes.

Keywords: Biological agents, *aspergillus*, erelembang, rhizopus.

Received: 3 March 2023; **Revised:** 16 March 2023; **Accepted:** 20 April 2023

PENDAHULUAN

Cendawan atau disebut *fungi* adalah organisme yang sel-selnya berinti sejati (*eukaryotic*), biasanya berbentuk benang, bercabang-cabang, tidak memiliki klorofil, dinding selnya mengandung kitin, selulosa dan keduanya. Cendawan dapat menjadi agens hayati yang mampu mengendalikan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang menguntungkan bagi tanaman. Beberapa jenis cendawan endofit yang ditemukan di berbagai bagian tanaman dapat digunakan untuk perlindungan tanaman dari serangan OPT seperti hama dan patogen (Frari *et al.*, 2019; Cahyani *et al.*, 2021). Endofit merupakan salah satu dari beberapa mikroorganisme yang bisa berpengaruh pada pertumbuhan tanaman (Bamisile *et al.*, 2018; Bamisile, Dash, Akutse, Keppan, & Wang, 2018).

Istilah endofit diciptakan oleh seorang ilmuwan Jerman yang bernama Heinrich Anton De Bary pada tahun 1884. Endofit ada di mana-mana dan telah ditemukan di berbagai jenis tumbuhan yang diteliti (Suryanarayanan, 2013). Dilaporkan bahwa spesies endofit yang berbeda (bakteri dan cendawan) dapat terkandung dalam satu organ tanaman seperti daun, batang atau akar tanaman inang (Posada *et al.*, 2007; Vega, 2008; Fűrkrantz *et al.*, 2012). Cendawan yang terdapat pada tanaman inang sebagai endofit telah dibuktikan dari berbagai hasil penelitian sebelumnya, bahwa tanaman tersebut berpotensi dapat bertahan terhadap persaingan di alam (Lopez dan Sword, 2015; Jaber dan Enkerli, 2016). Cendawan endofit umumnya dapat meningkatkan ketahanan tanaman secara keseluruhan (Khan *et al.*, 2012), perkembangan tanaman dan penyerapan unsur hara (nitrogen dan fosfor) ke dalam tanaman (Behie *et al.*, 2012; Behie dan Bidochka, 2014). Potensi cendawan entomopatogen yang diinokulasi secara artifisial yang berfungsi cendawan endofit pada suatu tanaman dapat meningkatkan tinggi tanaman, berat, dan parameter pertumbuhan lainnya telah dilaporkan di beberapa studi terbaru (Lopez dan Sword, 2015; Jaber dan Enkerli, 2016; Jaber dan Araj, 2018; Jaber dan Enkerli, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian Fajjah *et al.* (2019) yang telah berhasil mengisolasi 10 isolate cendawan endofit dari bagian akar tomat, ditemukan tiga genus cendawan endofit yang berbeda yaitu *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. Peran cendawan endofit di bidang pertanian dapat terjadi melalui produksi senyawa bioaktif yang dapat digunakan oleh tanaman sebagai pertahanan terhadap patogen (Collinge *et al.*, 2019; Kaddes *et al.*, 2019). Kemampuan cendawan endofit dalam memproduksi senyawa metabolit sekunder yang sama dengan tanaman inangnya merupakan peluang yang sangat besar dan dapat diandalkan untuk memproduksi metabolit sekunder melalui mikroba endofit yang diisolasi dari tanaman inangnya tersebut.

Agens Hayati adalah suatu tindakan dalam menekan organisme jasad yang mengganggu lewat tindakan manusia (Köhl *et al.*, 2019). Hal yang dimanfaatkan yaitu musuh alami yang diambil pada tanaman yang memiliki potensi untuk dikembangkan, salah satu contohnya yaitu tomat. Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi penting di Indonesia. Tomat merupakan sayur buah, asalnya dari famili *Solanaceae*, banyak ditanam di tempat dataran tinggi maupun rendah dan dapat dipanen dalam waktu tiga sampai empat bulan (Suwardani & Wahyudin Purba, 2019; Nurchayati & Setiari, 2021). Komoditas hortikultura ini berpotensi untuk dikembangkan dalam meningkatkan pendapatan petani dibandingkan komoditas sayuran lainnya karena mempunyai nilai ekonomi dan peluang ekspor cukup tinggi.

Pengetahuan yang lebih mendalam mengenai keragaman cendawan endofit pada jaringan tumbuhan serta potensi antagonisnya pada cendawan patogen perlu dianalisis, agar bisa diketahui lebih dalam mengenai potensi cendawan endofit sebagai agens hayati yang mampu meminimalisir pemanfaatan fungisida untuk mengendalikan penyakit. Cendawan endofit yang hidup pada jaringan tomat perlu diketahui karakter dan potensinya, hal ini akan membantu dalam budidaya tomat, selain itu untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia. Cendawan endofit dapat dijadikan sebagai agens hayati melalui isolasi dan identifikasi, oleh karena itu diperlukan penelitian tentang cendawan endofit pada tomat.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Karantina Pertanian Makassar. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan deskriptif kualitatif yaitu dengan mendeskripsikan hasil yang didapat kemudian disajikan data kualitatif dalam bentuk foto sebagai acuan untuk memudahkan proses identifikasi.

Menumbuhkan cendawan endofit pada tomat menggunakan teknik pengujian *Blotter test* dan di media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Cara menumbuhkan cendawan dengan teknik *Blotter test* adalah dengan menggunakan kertas blotter yang dibasahi dengan akuades steril, lalu dilakukan inkubasi selama tujuh hari. Setelah masa inkubasi, isolate yang tumbuh pada kertas *blotter* dimurnikan dengan memindahkan ke media PDA yang telah disterilkan dengan menggunakan jarum. Pemindahan isolate dilakukan pada *biosafety cabinet* (BSC) agar tidak terkontaminasi. Isolate yang telah dimurnikan lalu diinkubasi lagi selama tujuh hari untuk pembenaran keberadaan cendawan yang didapatkan.

Pertumbuhan cendawan diamati di bawah mikroskop dengan mengamati bentuk makroskopis dan mikroskopisnya. Pengamatan yang dilakukan secara makroskopis dengan melakukan pengamatan menggunakan mikroskop stereo dan mikroskopis menggunakan mikroskop compound dan komputer, terhadap isolate cendawan endofit yang didapatkan.

Sampel diambil dari akar batang dan daun tomat dari lahan petani di Desa Erelembang Kecamatan Tombolo Pao Kabupaten Gowa. Metode pengambilan sampel dengan sistem diagonal yaitu mengambil sampel yang terdapat pada lima titik atau unit sampel dalam satu lahan dengan luas 6m x 25m. Pada setiap titik sampel diambil tiga tanaman sehingga seluruhnya ada 15 unit sampel. Setiap tanaman dipisahkan bagian akar, batang dan daun, sehingga diperoleh masing-masing 15 unit sampel dari akar, batang dan daun. Total keseluruhan unit sampel 45 unit yang masing-masing diberi kode. Pengujian laboratorium target cendawan endofit, dilakukan dengan menggunakan metode blotter test yang selanjutnya dipindahkan ke medium PDA hingga diperoleh isolate murni. Cendawan endofit yang telah dimurnikan kemudian diinventarisasi. Proses identifikasi dilakukan pada setiap isolate yang berbeda dengan mengamati secara makroskopis (kasat mata) dan secara mikroskopis. Pengamatan ini dilakukan hingga pada tahap spesies yakni permukaan koloni, konidia spora dan hifa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan Inventarisasi Cendawan Endofit Akar Tomat

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa dari 15 titik sampel akar tomat, terdapat sepuluh titik sampel yang ditumbuhi mikroba. Isolate tersebut kemudian dipindahkan ke medium PDA. Hasil pemurnian pada medium PDA diperoleh enam isolate murni dengan dua jenis yang berbeda. Isolasi pada pengujian *Blotter test* bagian akar tanaman tomat yang dapat dilihat pada tabel 1.

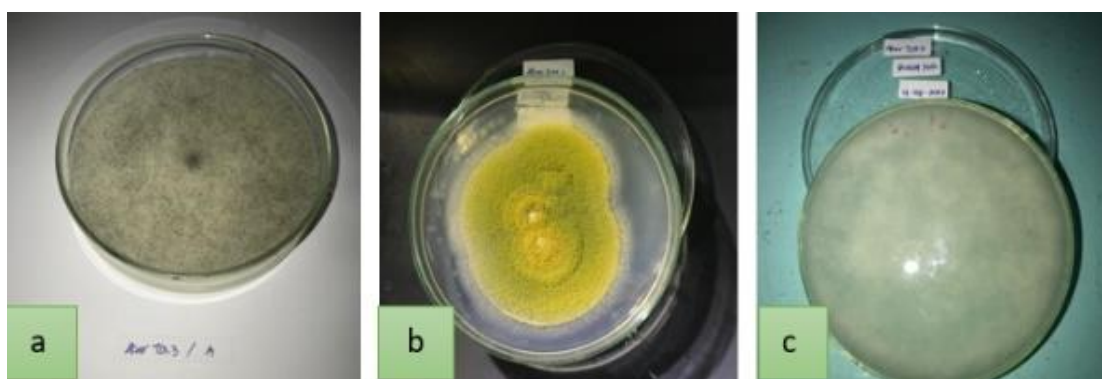
Tabel 1. Pengamatan Isolate dengan Metode *Blotter Test* pada Akar Tomat

Kode Sampel Akar	Hari Kelima Masa Inkubasi	Hari kesepuluh Masa Inkubasi
ATo1.1	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam + serabut halus warna hijau
ATo1.2	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam
ATo1.3	Tumbuh serabut seperti kapas warna ungu	Tumbuh serabut seperti kapas warna ungu + serabut halus warna hijau
ATo2.1	Tumbuh serabut halus warna hijau muda	Tumbuh serabut halus warna hijau muda
ATo2.2	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam + serabut halus warna hijau muda	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam + serabut halus warna hijau muda
ATo2.3	Tumbuh serabut seperti kapas warna ungu	Tumbuh serabut seperti kapas warna ungu + tumbuh serabut halus warna hijau muda
ATo3.1	-	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam
ATo4.1	Tumbuh serabut halus warna hijau muda	Tumbuh serabut seperti kapas warna ungu + tumbuh serabut halus warna hijau muda
ATo5.2	-	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam
ATo5.3	Tumbuh serabut seperti kapas warna ungu	-

Berikut identifikasi makroskopis koloni isolate akar tomat berdasarkan parameter permukaan atas dan permukaan bawah koloninya, serta identifikasi mikroskopis koloni isolate akar tomat.

Tabel 2. Pengamatan Secara Makroskopis terhadap Koloni Isolate Cendawan Endofit Akar Tomat

Titik Sampel	Permukaan Atas		Permukaan Bawah
	Warna	Tekstur	Warna
ATo1.1	Hitam	Seperti benang	Kuning
ATo1.3	Hitam	Seperti benang	Kuning
ATo2.2	Hitam	Seperti benang	Kuning
ATo4.1	Hijau	Seperti tepung	Kuning



Gambar 1. Koloni Isolate Cendawan Endofit Akar Tomat (a) Permukaan Atas Berwarna Hitam, (b) Permukaan Atas Berwarna Hijau, (c) Permukaan Bawah Berwarna Kuning

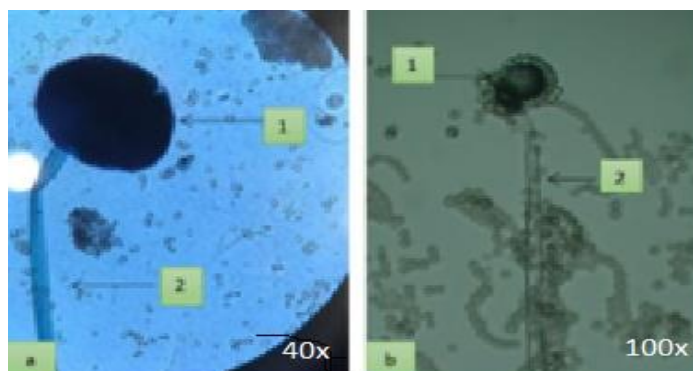
Identifikasi secara mikroskopis isolate akar tomat, konidia bulat tidak berwarna dan hifa tidak bersepta, terdapat stolon dan rhizoid yang berwarna gelap. Kolumela agak bulat dan spora besar dan berwarna hitam.

Biakan cendawan *Rhizopus oligosporus* pada media PDA, biakan cendawan yang berumur tujuh hari dapat dilihat pada gambar 1 dengan ciri-ciri makroskopis permukaan atas koloni cendawan berwarna hitam, dengan tekstur seperti benang, pertumbuhan cepat. Morfologi dari miselia yaitu berwarna putih hingga kekuningan dengan cepat berubah menjadi hitam karena konidia mengembangkan pigmen aspergillin selama pematangan.

Tabel 3. Pengamatan Secara Mikroskopis terhadap Isolate Cendawan Endofit Akar Tomat

Titik Sampel	Konidia Spora	Hifa	
		Warna	Bersepta/Tidak
ATo1.1	Bulat	Hialin	Tidak Bersepta
ATo1.3	Bulat	Hialin	Tidak Bersepta
ATo2.2	Bulat	Hialin	Tidak Bersepta
ATo4.1	Bulat	Hialin	Bersepta

Mikroskopis morfologi cendawan menunjukkan hifa tidak bersepta, tidak berwarna atau hialin (bening). Spora berbentuk bulat dengan dinding berduri, berwarna coklat gelap hingga coklat kehitaman, hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Nurholipah & Qurrota Ayun, 2021; Khasanah et al., 2018), dimana vesikel besar diujung konidiofor yang pecah mengandung metula dan phialides dengan konidia berpigmen hitam sudah tersebar (Gambar 2). *Rhizopus oligosporus* dikenal mampu menghasilkan beberapa enzim diantaranya enzim protease yang menguraikan protein menjadi peptida dan asam amino bebas, lipase, alfa-amilase, glutaminase, dan alpha-galactosidase serta enzim hidrolitik yaitu protosea dan selulose (Escaramboni et al., 2022; Annisa et al., 2020; Han et al., 2003; Maryati et al., 2017).



Gambar 2. (a) Isolate Cendawaan Akar Tomat Hifa Tidak Bersepta (1. konidia; 2. hifa) (b) cendawaan akar tomat hifa bersepta (1. konidia; 2. hifa).

Hasil Isolasi dan Inventarisasi Cendawan Endofit Batang Tomat

Isolasi pada pengujian *Blotter test* bagian batang tomat dapat dilihat pada Tabel 4 yang menunjukkan bahwa dari 15 titik sampel batang tomat, terdapat 11 titik sampel yang ditumbuhi mikroba.

Tabel 4. Pengamatan Isolate dengan Metode Blotter Test pada Batang Tomat

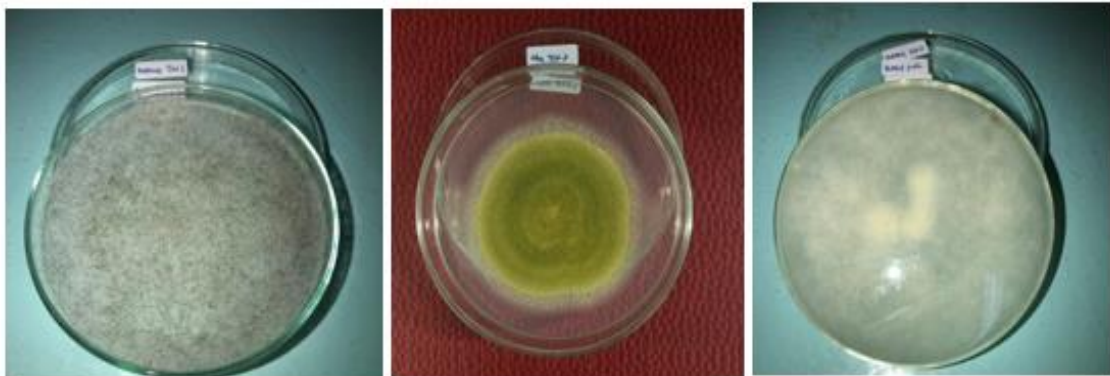
Kode Sampel Batang	Hari Ketiga Masa Inkubasi	Hari Kelima Masa Inkubasi	Hari Keenam Masa Inkubasi
BTo1.1	-	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam full cawan	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam full cawan
BTo1.2	-	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam full cawan
BTo1.3	-	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam full cawan
BTo2.1	-	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam full cawan
BTo2.2	Mulai tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam + Serabut halus warna hijau muda
BTo2.3	Mulai tumbuh Serabut seperti kapas warna putih	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam	Tumbuh Serabut seperti kapas warna ungu + Tumbuh Serabut halus warna hijau muda
BTo3.1	-	Tumbuh bintik berwarna jingga	Tumbuh bintik berwarna jingga
BTo3.2	-	Tumbuh bintik berwarna jingga	Tumbuh bintik berwarna jingga
BTo4.1	-	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam	Tumbuh Serabut seperti kapas warna ungu + Tumbuh Serabut halus warna hijau muda
BTo5.2	-	-	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam
BTo5.3	-	Tumbuh Serabut seperti kapas warna ungu	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam
	-	Tumbuh Serabut seperti kapas warna putih, atas hitam	

Berikut identifikasi makroskopis koloni isolate batang tomat berdasarkan parameter permukaan atas dan permukaan bawah koloninya, serta identifikasi mikroskopis koloni isolate batang tomat.

Tabel 5. Pengamatan Secara Makroskopis Koloni Isolate Cendawan Endofit Batang Tomat

Titik Sampel	Permukaan Atas		Permukaan Bawah
	Warna	Tekstur	Warna
Bto2.2 (a)	Hitam	Seperti benang	Kuning
Bto3.3	Hitam	Seperti benang	Kuning
Bto5.1	Hitam	Seperti benang	Kuning
Bto2.2 (b)	Hijau	Seperti tepung	Kuning

Berikut gambar koloni isolate cendawan endofit batang tomat yang teramati.



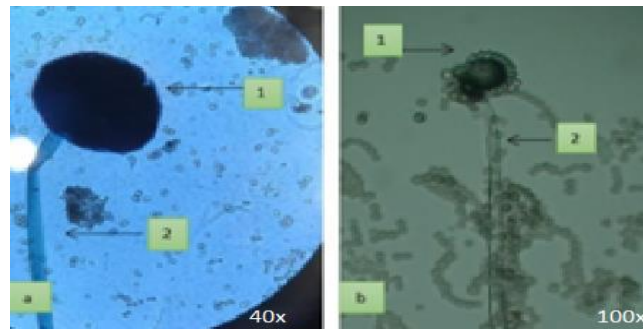
Gambar 3. Koloni Isolate Cendawan Endofit Batang Tomat (a) Permukaan Atas Berwarna Hitam (b) Permukaan Atas Berwarna Hijau (c) Permukaan Bawah Berwarna Kuning.

Identifikasi secara mikroskopis koloni isolate batang tomat, konidia bulat hifa tidak berwarna dan tidak bersepta dan ada yang bersepta, konidia berbentuk bulat, berwarna hitam dan bawahnya berwarna kuning.

Tabel 6. Pengamatan Secara Mikroskopis Terhadap Isolate Cendawan Endofit Batang Tomat

Titik Sampel	Konidia Spora	Hifa	
		Warna	Bersepta/Tidak
Bto2.2 (a)	Bulat	Hialin	Tidak Bersepta
Bto3.3	Bulat	Hialin	Tidak Bersepta
Bto5.1	Bulat	Hialin	Tidak Bersepta
Bto2.2 (b)	Bulat	Hialin	Bersepta

Secara mikroskopis didapatkan cendawan dengan ciri-ciri hifa tidak bersepta dan bercabang, memiliki konidiofor tegak, bercabang tinggi, pada ujung vesikel berbentuk kubah, dan konidia yang berbentuk bulat, berduri kecil dan halus menutupi sebahagian vesikel dan terdapat konidiospora yang menempel pada ujung konidia, hifa dan spora berwarna hitam..



Gambar 4. (a) Isolate Cendawan Batang Tomat Hifa tidak bersepta (1. Konidia, 2. Hifa) (b) Isolate Cendawan Batang Tomat Hifa bersepta (1. Konidia, 2. Hifa).

Biakan cendawan *Aspergillus fumigatus* pada media PDA yang berumur 10 hari miselium (Gambar 4), secara makroskopis pertumbuhan permukaan beludru, berbulu halus, menunjukkan berbagai nuansa hijau, paling sering biru-hijau ke abu-abu-hijau dengan batas putih sempit. Warnanya biasanya menggelap seiring bertambahnya usia, berbentuk bulat dengan tepian koloni rata serta permukaan halus. Untuk mengkonfirmasi cendawan *Aspergillus fumigatus* dilakukan pengamatan secara mikroskopis dan didapatkan hasil dengan ciri-ciri hifa tidak bersepta, memiliki konidiofor memanjang dan dinding yang halus serta pada ujung vesikel berbentuk gada, memiliki phialades dengan jenis unisariat dan konidia yang berbentuk kolumnar memanjang.

Aspergillus fumigatus merupakan penyebab infeksi pada manusia yang terbanyak dimana >90% menyebabkan invasif dan non-invasif aspergillosis (Bartlett et al., 2019; Luh Putu Gita Gandi et al., 2019; Zanganeh et al., 2018). Cendawan ini dapat ditemukan di tanah, air dan tumbuhan yang mengalami pembusukan, khususnya pada pupuk kandang dan humus dan merupakan patogen utama yang menyebar di udara (Savers et al., 2016).

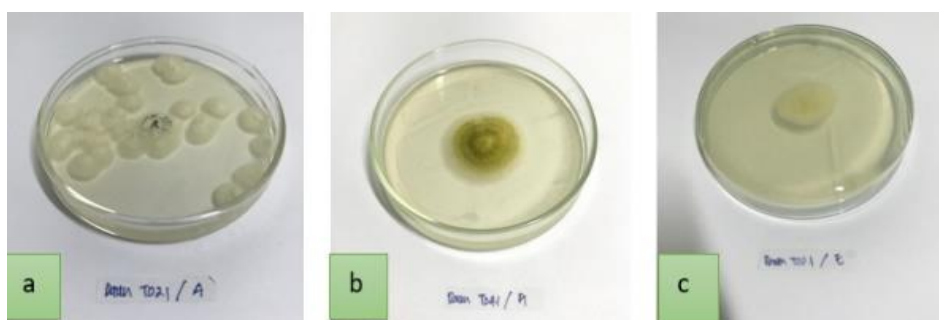
Hasil Isolasi dan Inventarisasi Cendawan Endofit Daun Tomat

Berikut identifikasi makroskopis koloni isolate daun tomat berdasarkan parameter permukaan atas dan permukaan bawah koloninya, serta identifikasi mikroskopis koloni isolate daun tomat.

Tabel 7. Pengamatan Secara Mikroskopis Terhadap Isolate Cendawan Endofit Daun Tomat

Titik Sampel	Permukaan Atas		Permukaan Bawah
	Warna	Tekstur	Warna
DTo2.1 (a)	Abu-abu kebiruan	Seperti Kapas	Kuning
DTo2.1 (b)	Hijau	Seperti Tepung	Kuning
DTo4.1	Hijau	Seperti Tepung	Kuning

Hasil pengamatan makroskopis diperoleh koloni cendawan yang berwarna hijau, hingga abu-abu kebiruan, dengan pinggiran berwarna putih, diameter jamur sekitar 2-3 cm dan berbentuk bulat dengan tepian koloni rata serta permukaan halus, tekstur seperti kapas dan tepung



Gambar 5. Koloni Isolate Cendawan Endofit Daun Tomat (a) Permukaan Atas Berwarna Abu-Abu Kebiruan (b) Permukaan Atas Berwarna Hijau (c) Permukaan Bawah Berwarna Kuning.

Tabel 8 menunjukkan bahwa dari 15 titik sampel daun tomat, terdapat 12 titik sampel yang ditumbuhi mikroba. Hasil pemurnian pada medium PDA diperoleh sembilan isolate murni dengan dua jenis yang berbeda. Berikutnya identifikasi makroskopis koloni isolate daun tomat berdasarkan parameter permukaan atas dan permukaan bawah koloninya.

Tabel 8. Pengamatan Isolasi dengan metode *Blotter Test* pada Daun Tomat

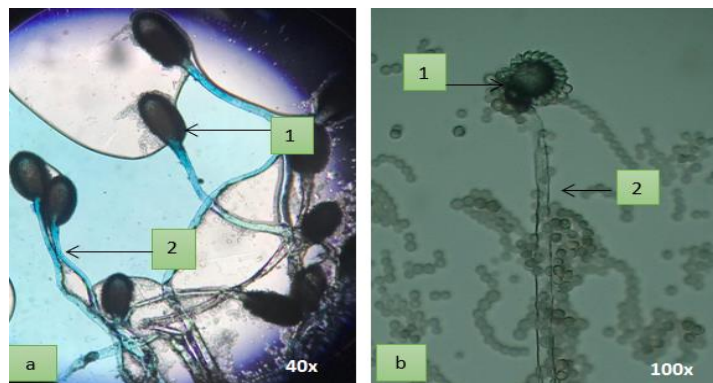
Kode Sampel Daun	Hari Ketiga Masa Inkubasi	Hari Kelima Masa Inkubasi	Hari Kespuluh Masa Inkubasi
DT01.2	-	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam
DT01.3	-	Tumbuh serabut seperti kapas warna ungu	Tumbuh serabut seperti kapas warna hitam + serabut halus warna hijau
DT02.1	-	Tumbuh serabut halus warna abu-abu hampir putih Tumbuh serabut halus warna hijau muda	o Tumbuh serabut halus warna abu-abu kebiruan o Tumbuh serabut halus warna hijau muda
DT02.2	-	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam + serabut halus warna hijau muda	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam + serabut halus warna hijau muda
DT02.3	-	Tumbuh serabut seperti kapas warna ungu	Tumbuh serabut seperti kapas warna ungu + tumbuh serabut halus warna hijau muda
DT03.1	-	-	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam
DT03.2	-	Tumbuh serabut halus warna hijau muda	-
DT04.1	Tumbuh bercak hitam berserabut	Tumbuh bercak hitam berserabut Tumbuh serabut warna hijau muda	Tumbuh serabut halus warna hijau muda
DT04.2	-	Tumbuh bercak hitam berserabut	Tumbuh bercak hitam berserabut
DT04.3	Tumbuh bercak hitam berserabut	Tumbuh bercak hitam berserabut	Tumbuh bercak hitam berserabut
DT05.2	-	Tumbuh serabut halus warna hijau muda	Tumbuh serabut seperti kapas warna putih, atas hitam
DT05.3	Tumbuh bercak hitam berserabut	o Tumbuh bercak hitam berserabut o Tumbuh serabut seperti kapas warna ungu	o Tumbuh bercak hitam berserabut o Tumbuh serabut seperti kapas warna ungu

Biakan cendawan *Aspergillus flavus* pada media PDA yang berumur 10 hari miselium memenuhi cawan dengan ciri-ciri makroskopis permukaan atas berwarna hijau, tekstur seperti tepung, pertumbuhan sedang hingga cepat. Ciri-ciri mikroskopis konidia berbentuk bulat, dengan hifa bersepta dan hialin. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Gautama dan Bhadauria, (2012), yang mengutarakan antara lain ciri-ciri makroskopis warna koloni hijau kehijauan hingga kuning, ciri-ciri mikroskopis *Aspergillus* menunjukkan adanya tangkai konidia, vesikel dan spora/konidia berbentuk bulat berwarna hialin (Nurholipah & Qurrota Ayun Prodi Biologi, 2021; Abd El-Aziz et al., 2021).

Tabel 9. Pengamatan Secara Mikroskopis Terhadap Isolate Cendawan Endofit Daun Tomat

Titik Sampel	Konidia Spora	Hifa	
		Warna	Bersepta/Tidak
DTo2.1 (a)	Bulat	Hialin	Tidak Bersepta
DTo2.1 (b)	Bulat	Hialin	Bersepta
DTo4.1	Bulat	Hialin	Bersepta

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis didapatkan cendawan dengan ciri-ciri hifa tidak bersepta, memiliki konidiofor memanjang dan dinding yang halus serta pada ujung vesikel berbentuk gada, dan konidia yang berbentuk kolumnar memanjang, terdapat konidiospora yang menempel pada ujung konidia, hifa dan spora berwarna biru.



Gambar 6. (a) Isolate Cendawaan Daun Tomat Hifa Tidak Bersepta (1. Konidia, 2. Hifa) (b) Isolate Cendawaan Daun Tomat Hifa Bersepta (1. Konidia, 2. Hifa).

Isolate murni cendawan endofit yang diperoleh pada akar, batang dan daun tomat terdapat tiga jenis cendawan yang berbeda. Berikut hasil identifikasi ketiga jenis cendawan endofit tersebut.

Tabel 10. Hasil Identifikasi Cendawan Endofit Pada Tomat Berdasarkan Pengamatan Secara Makroskopis dan Mikroskopis

Pengamatan Makroskopis			Pengamatan Mikroskopis			Hasil Identifikasi
Permukaan Atas		Permukaan Bawah	Konidia Spora	Hifa		
Warna	Tekstur	Warna		Warna	Bersepta/ Tidak	
Hitam	Seperti Benang	Kuning	Bulat	Hialin	Tidak Bersepta	<i>Rhizopus oligosporus</i>
Hijau	Seperti tepung	Kuning	Bulat	Hialin	Bersepta	<i>Aspergillus flavus</i>
Abu-abu ke biruan	Seperti Kapas	Kuning	Bulat	Hialin	Tidak Bersepta	<i>Aspergillus fumigatus</i>

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan adanya tangkai konidia (konidiofora), kepala konidia (*vesikel*) berbentuk seperti daga (*clavate*) bulat, dan menjadi lonjong (*columnar*) dengan bertambahnya umur pada koloni. Spora atau konidia memiliki bentuk bulat, berwarna kehijauan dan permukaan bergerigi (*echinulate*). Menurut Suswanto et al., (2018) dengan hasil pengamatan menunjukkan isolate uji yang memiliki daya hambat kuat terhadap *Septobasidium* spp yaitu salah satu di antaranya adalah *Aspergillus flavus* dengan daya hambat agens hayati berada pada kisaran 59-75% dalam menekan ruang tumbuh (Li et al., 2015).

Aspergillus flavus, mampu mempengaruhi organisme bukan sasaran termasuk tumbuhan. Hasil penelitian Shoukat et al., (2018) menyatakan bahwa spisies cendawan ini dapat menyebabkan penyakit

pada tanaman, serangga, dan hewan lainnya, Namun, strain dari *Aspergillus flavus* tidak spesifik untuk tanaman inangnya.

Cendawan endofit yang tumbuh pada tanaman inang misalnya tomat, akan mendapatkan banyak manfaat yaitu mempercepat pertumbuhan, meningkatkan daya tahan terhadap kekeringan dan serangan hama/penyakit serta dapat membantu tanaman cendawan endofit membangun hubungan simbiosis menguntungkan dengan tanaman inang dan telah terbukti memiliki dampak yang tinggi pada tanaman inang. Asosiasi komunitas jamur dengan tanaman inangnya meningkatkan pertumbuhan, kekebalan, dan perkembangan tanaman secara keseluruhan. bertahan dalam persaingan dengan tanaman lainnya di alam (Sukmadi, 2013; Aamir et al., 2019).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka jenis cendawan endofit yang berhasil diidentifikasi pada tomat diperoleh tiga jenis spesies yang berbeda yaitu; *Rhizopus oligosporus* ditemukan pada akar dan batang tomat, *Aspergillus flavus* ditemukan pada akar, batang dan daun tomat, dan *Aspergillus fumigatus* ditemukan pada daun tomat.

KESIMPULAN

Hasil isolasi cendawan endofit pada tomat diperoleh 15 isolate murni yaitu pada bagian akar diperoleh enam isolate murni, bagian batang diperoleh lima isolate murni dan bagian daun diperoleh sembilan isolate murni.

1. Hasil inventarisasi cendawan endofit pada bagian akar dan batang tomat memiliki persamaan yaitu secara makroskopis koloni isolate dengan permukaan atas berwarna hitam dan tekstur seperti benang serta secara mikroskopis memiliki konidia spora yang berbentuk bulat, hifa yang tidak berwarna (hialin) dan tidak bersepta.
2. Pada isolate cendawan endofit bagian daun tomat, terdapat dua karakter morfologi yang berbeda yaitu secara makroskopis memiliki permukaan atas berwarna abu-abu kebiruan dan hijau dengan tekstur seperti kapas dan seperti tepung dan mikroskopis, isolate cendawan endofit bagian daun tomat memiliki konidia spora yang berbentuk bulat, hifa tidak berwarna (hialin) dan ada hifa yang memiliki septa serta ada hifa yang tidak memiliki septa.
3. Hasil identifikasi cendawan endofit pada tomat diperoleh tiga jenis spesies yang berbeda. Ketiga jenis cendawan tersebut yaitu (1) *Rhizopus oligosporus* ditemukan pada akar dan batang tomat, (2) *Aspergillus flavus* ditemukan pada akar, batang dan daun tomat, dan (3) *Aspergillus fumigatus* ditemukan pada daun tomat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Aziz, A. R. M., Shehata, S. M., Hisham, S. M., & Alobathani, A. A. (2021). Molecular profile of aflatoxigenic and non-aflatoxigenic isolates of *Aspergillus flavus* isolated from stored maize. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(2), 1383–1391. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.073>
- Aamir, M., Rai, K. K., Zehra, A., Kumar, S., Yadav, M., Shukla, V., & Upadhyay, R. S. (2019). Fungal endophytes: Classification, diversity, ecological role, and their relevance in sustainable agriculture. In *Microbial Endophytes: Prospects for Sustainable Agriculture*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818734-0.00012-7>
- Annisa, Rizal, Y., Mirnawati, Suliansyah, I., & Bakhtiar, A. (2020). Determination of the appropriate ratio of rice bran to Cassava leaf meal mixture as an inoculum of *Rhizopus oligosporus* in broiler chicken ration. *Journal of World's Poultry Research*, 10(1), 102–108. <https://doi.org/10.36380/JWPR.2020.14>
- Bamisile, B. S., Dash, C. K., Akutse, K. S., Keppan, R., Afolabi, O. G., Hussain, M., Qasim, M., & Wang, L. (2018). Prospects of endophytic fungal entomopathogens as biocontrol and plant growth promoting agents: An insight on how artificial inoculation methods affect endophytic colonization of host plants. In *Microbiological Research* (Vol. 217, pp. 34–50). Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.08.016>

- Bamisile, B. S., Dash, C. K., Akutse, K. S., Keppanan, R., & Wang, L. (2018). Fungal endophytes: Beyond herbivore management. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 9, Issue MAR). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00544>
- Bartlett, A. W., Cann, M. P., Yeoh, D. K., Bernard, A., Ryan, A. L., Blyth, C. C., Kotecha, R. S., McMullan, B. J., Moore, A. S., Haeusler, G. M., & Clark, J. E. (2019). Epidemiology of invasive fungal infections in immunocompromised children; an Australian national 10-year review. *Pediatric Blood and Cancer*, 66(4). <https://doi.org/10.1002/pbc.27564>
- Behie, S., Zelisko, P., and Bidochka, M. (2012). Endophytic insect-parasitic fungi translocate nitrogen directly from insects to plants. *Science* 336, 1576-1577.
- Behie, S. W., & Bidochka, M. J. (2014). Ubiquity of insect-derived nitrogen transfer to plants by endophytic insect-pathogenic fungi: An additional branch of the soil nitrogen cycle. *Applied and Environmental Microbiology*, 80(5), 1553–1560. <https://doi.org/10.1128/AEM.03338-13>
- Cahyani, Putri Wulan, Laili Aziza, N., & Marsuni, Y. (2021). Potensi Cendawan Endofit Dari Bunga Bawang Dayak Untuk Menekan Pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* pada Tanaman Tomat. *Agroekotek View* 4(1).
- Collinge, D. B., Jørgensen, H. J. L., Latz, M. A. C., Manzotti, A., Ntana, F., Rojas, E. C., & Jensen, B. (2019). Searching for novel fungal biological control agents for plant disease control among endophytes. In *Endophytes for a Growing World* (pp. 25–51). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108607667.003>
- Escaramboni, B., Garnica, B. C., Abe, M. M., Palmieri, D. A., Fernández Núñez, E. G., & de Oliva Neto, P. (2022). Food Waste as a Feedstock for Fungal Biosynthesis of Amylases and Proteases. *Waste and Biomass Valorization*, 13(1), 213–226. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01511-0>
- Faijah I, Purnawati A, Mujoko T. 2019. Eksplorasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Akar Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* L.). In Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS. 3(1):40-44.
- Frari del, G., Cabral, A., Nascimento, T., Ferreira, R. B., & Oliveira, H. (2019). Epicoccum layuense a potential biological control agent of esca-associated fungi in grapevine. *PLoS ONE*, 14(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213273>
- Fürnkranz, M., Lukesch, B., Müller, H., Huss, H., Grube, M., & Berg, G. (2012). Microbial Diversity Inside Pumpkins: Microhabitat-Specific Communities Display a High Antagonistic Potential Against Phytopathogens. *Microbial Ecology*, 63(2), 418–428. <https://doi.org/10.1007/s00248-011-9942-4>
- Han, B. Z., Ma, Y., Rombouts, F. M., & Nout, M. J. R. (2003). Effects of temperature and relative humidity on growth and enzyme production by *Actinomucor elegans* and *Rhizopus oligosporus* during sufu pehtze preparation. *Food Chemistry*, 81(1), 27–34. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00347-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00347-3)
- Jaber, L. R., & Araj, S. E. (2018). Interactions among endophytic fungal entomopathogens (Ascomycota: Hypocreales), the green peach aphid *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae), and the aphid endoparasitoid *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control*, 116, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.04.005>
- Jaber, L. R., & Enkerli, J. (2016). Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. *Biological Control*, 103, 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.09.008>
- Jaber, L. R., & Enkerli, J. (2017). Fungal entomopathogens as endophytes: can they promote plant growth? *Biocontrol Science and Technology*, 27(1), 28–41. <https://doi.org/10.1080/09583157.2016.1243227>
- K, G. A. (2012). Characterization of *Aspergillus* species associated with commercially stored triphala powder. *African Journal of Biotechnology*, 11(104), 16814–16823. <https://doi.org/10.5897/AJB11.2311>

- Kaddes, A., Fauconnier, M. L., Sassi, K., Nasraoui, B., & Jijakli, M. H. (2019). Endophytic fungal volatile compounds as solution for sustainable agriculture. In *Molecules* (Vol. 24, Issue 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules24061065>
- Khasanah, M., Sjamsuridzal, W., Oetari, A., Santoso, I., & Roosheroe, I. G. (2018). Phylogenetic analyses based on ITS regions of rDNA identified five *Rhizopus* strains from tempeh as *R. delemar* and *R. oryzae*. *AIP Conference Proceedings*, 2023. <https://doi.org/10.1063/1.5064138>
- Khan, A. L., Hamayun, M., Khan, S. A., Kang, S. M., Shinwari, Z. K., Kamran, M., ur Rehman, S., Kim, J. G., & Lee, I. J. (2012). Pure culture of *Metarhizium anisopliae* LHL07 reprograms soybean to higher growth and mitigates salt stress. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1483–1494. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0950-9>
- Köhl, J., Kolnaar, R., & Ravensberg, W. J. (2019). Mode of action of microbial biological control agents against plant diseases: Relevance beyond efficacy. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 10). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00845>
- Li, H. B., Wang, M. Y., Hu, L. bin, Mo, H. Z., & Pan, D. D. (2015). Structural Identification of *Lentinus Edodes* Cellulose Derivative that Inhibits Aflatoxin Production by *Aspergillus Flavus*. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 14(3), 495–501. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v14i3.19>
- Lopez, D. C., & Sword, G. A. (2015). The endophytic fungal entomopathogens *Beauveria bassiana* and *Purpureocillium lilacinum* enhance the growth of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*) and negatively affect survival of the cotton bollworm (*Helicoverpa zea*). *Biological Control*, 89, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.03.010>
- Luh Putu Gita Gandi, N., Wayan Getas, I., Jannah Jurusan Analis Kesehatan, M., & Kemenkes Mataram, P. (2019). Studi Jamur *Aspergillus fumigatus* penyebab Aspergillosis di Pasar Cakranegara Kota Mataram dengan Media Pertumbuhan Potato Dextrose Agar (PDA). *Jurnal Analis Medika Bio Sains*, 6.
- Shoukat, R. F., Freed, S., & Ahmad, K. W. (2018). Entomopathogenic Fungi and Chemical. *Pakistan Journal of Zoology*, 50(1), 299–309.
- Nurchayati, Y., & Setiari, N. (n.d.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi Volume 6 Nomor 1 Februari 2021* Pertumbuhan dan Produksi Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Varietas Servo pada Frekuensi Penyiraman yang Berbeda.
- Nurholipah, N., & Qurrota Ayun Prodi Biologi, dan. (2021). Isolasi dan Identifikasi *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* pada Tempe Asal Bekasi. *Jurnal Teknologi Pangan* 15(1).
- Posada, F., Aime, M. C., Peterson, S. W., Rehner, S. A., & Vega, F. E. (2007). Inoculation of coffee plants with the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales). *Mycological Research*, 111(6), 748–757. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2007.03.006>
- Savers, A., Rasid, O., Parlato, M., Brock, M., Jouvion, G., Ryffel, B., Cavaillon, J. M., Eberl, G., & Ibrahim-Granet, O. (2016). Infection-mediated priming of phagocytes protects against lethal secondary *aspergillus fumigatus* challenge. *PLoS ONE*, 11(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153829>
- Shoukat, R. F., Freed, S., & Ahmad, K. W. (2018). Entomopathogenic Fungi and Chemical. *Pakistan Journal of Zoology*, 50(1), 299–309.
- Suryanarayanan, T. S. (2013). Endophyte research: Going beyond isolateion and metabolite documentation. *Fungal Ecology*, 6(6), 561–568. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2013.09.007>
- Suswanto, I., Jhon, C., Simamora, K., & Anggorowati, D. (2018). Penggunaan Cendawan Endofit Sebagai Agens Pengendali Hayati pada Lada (*Piper nigrum* L.) (Effective Endhophyte Fungi As Biological Control Agent In Pepper (*Piper nigrum* L.)). In *Imam Suswanto Jurnal Agroqua* Vol. 16, Issue 2
- Suwardani, Y., & Wahyudin Purba, D. (n.d.). Effect Of Technique Of Giving Rice Washing Water And Time Of Spraying Water On Growth And Production Of Tomatto Plants (*Solanum lycopersicum* L.). *BERNAS Agricultural Research Journal – Volume 15 No 3*
- Vega, F. E., Posada, F., Aime, M. C., & Pava-ripoll, M. (2008). DigitalCommons @ University of Nebraska - Lincoln Entomopathogenic fungal endophytes. *Biological Control*, 46(2008), 72–82.

Zanganeh, E., Zarrinfar, H., Rezaeetalab, F., Fata, A. M., Tohidi, M., Najafzadeh, M. J., Alizadeh, M., & Seyedmousavi, S. (2018). Predominance of non-fumigatus *Aspergillus* species among patients suspected to pulmonary aspergillosis in a tropical and subtropical region of the Middle East. *Microbial Pathogenesis*, 116, 296–300. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.01.047>