

---

## KARAKTERISASI DAN UJI POTENSI JAMUR ENDOFIT PADA DAUN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.) SEBAGAI PENGENDALI PATOGEN *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

Mita Erliza<sup>1</sup> dan Syafrina Sari Lubis<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

Received : 20 Maret 2023

Accepted : 5 April 2023

Published : 28 April 2024

---

### ABSTRACT

Shallot (*Allium ascalonicum* L.) is a horticultural commodity that has high economic value and is needed every day by the community. Attack by pests and pathogens on shallot cultivation cause a decrease in crop productivity. The pathogen that often attacks shallot plants is *Fusarium* sp. and *Alternaria* sp. This study aims to obtain endophytic fungi from shallot leaves that can control *Fusarium* sp. and *Alternaria* sp. The endophytic fungus isolation method uses healthy shallot leek samples while the pathogen isolation uses unhealthy leaves. The antagonism potency test was conducted using the *dual culture* method with an incubation time of 7 days at 25-30°C. Based on the results of the study, there were 4 isolates of endophytic fungi on shallot leaves, namely EA1 isolates (*Aspergillus niger*), EA2 isolates, EA3 isolates (*Cladoporium* sp.) and EA4 isolates (*Phyllosticta* sp.). The results of the antagonist test showed that the endophytic fungus EA1 was able to inhibit the fungus *Fusarium* sp. and *Alternaria* sp. maximally (strong) with an average value of *Fusarium* sp. of 62.72% while *Alternaria* sp. 67.83 %. The endophytic fungus EA2 was also able to inhibit both of these pathogens but it was moderately categorized with an average value of *Fusarium* sp. 52.11 % and *Alternaria* sp. 53.28%. The mechanisms of inhibition are competition and hyperparasitism.

**Keywords:** Endophytic Fungi, Pathogenic Fungi, *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., Antagonist Potential.

### ABSTRAK

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan dibutuhkan setiap hari oleh masyarakat. Serangan hewan peliharaan dan patogen pada budidaya bawang merah menyebabkan penurunan produktivitas tanaman. Patogen yang sering menyerang tanaman bawang merah adalah *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jamur endofit dari daun bawang merah yang dapat mengendalikan *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. Metode isolasi cendawan endofit menggunakan sampel daun bawang merah yang sehat, sedangkan isolasi patogen menggunakan daun yang tidak sehat. Uji potensi antagonisme dilakukan dengan metode *dual culture* dengan waktu inkubasi selama 7 hari pada suhu 25-30oC. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat 4 isolat jamur endofit pada daun bawang merah yaitu isolat EA1 (*Aspergillus niger*), isolat EA2, isolat EA3 (*Cladoporium* sp.) dan isolat EA4 (*Phyllosticta* sp.). Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa cendawan endofit EA1 mampu menghambat cendawan *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. maksimal (kuat) dengan nilai rata-rata *Fusarium* sp. sebesar 62,72%, sedangkan *Alternaria* sp. 67,83%. Jamur endofit EA2 juga mampu menghambat kedua patogen tersebut namun tergolong sedang dengan nilai rata-rata *Fusarium* sp. 52,11 % dan *Alternaria* sp. 53,28%. Mekanisme penghambatan adalah kompetisi dan hiperparasitisme.

**Kata Kunci:** Jamur Endofit, Jamur Patogen, *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., Potensi Antagonis.

---

**Corresponding Author:**

Syafrina Sari Lubis

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh 23111, Indonesia, Email: [syafrinasarilbs@ar-raniry.ac.id](mailto:syafrinasarilbs@ar-raniry.ac.id)

---

## **PENDAHULUAN**

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang mempunyai nilai ekonomis tinggi serta dibutuhkan setiap harinya oleh masyarakat sebagai kebutuhan bahan penyedap masakan dan mempunyai prospek pasar yang menarik untuk dibudidayakan dan dikembangkan (Edi, 2019). Produktivitas bawang merah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti luas lahan, pupuk, tenaga kerja, bibit yang digunakan, iklim, dan pemakaian pestisida (Hasri *et al.*, 2020).

Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh tahun 2022, produksi bawang merah di Aceh pada tahun 2020 mengalami peningkatan sebesar 112,465 kw sedangkan pada tahun 2021 produksi bawang merah di Aceh mengalami penurunan yaitu 101,357 kw. Produktivitas tanaman ini dapat menurun karena beberapa faktor penting antara lain terdapat kendala pada saat budidaya, adanya serangan hama, terserang penyakit seperti hawar daun, layu fusarium, busuk batang, karat daun, bercak daun, virus mosaik, dan penyakit bulai (Surya *et al.*, 2018).

Beberapa penyakit yang sering menginfeksi tanaman bawang merah antara lain bercak ungu yang disebabkan oleh *Alternaria porri*, bercak daun (*Cercospora* sp.), layu Fusarium (*Fusarium* sp.), busuk daun (antraknosa) (*Collectricum gloeosporiodes*), moler (*Fusarium oxysporum*), mati pucuk (*Phytophthora porrif*), embun bulu (*Peronaspora destructor*) dan virus mosaik bawang (*Onion Yellow Dwarf Virus*) (Sari & Inayah, 2020).

*Fusarium* sp. merupakan jamur patogen yang hidupnya di dalam tanah dan perakaran tanaman. Jamur *Fusarium* sp. dapat menular melalui air dan menginfeksi melalui akar (Heriyanto, 2019). Tanaman bawang merah yang terserang penyakit layu Fusarium dapat menunjukkan gejala awal seperti daun bagian bawah akan menguning karena jaringan daun mati atau yang disebut dengan gejala nekrosis dan kemudian akan mengering (Ulya *et al.*, 2020). Penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp. dapat mengakibatkan kerugian dan gagal panen mencapai 50 % dalam jangka waktu yang singkat (Walida *et al.*, 2019).

Jamur lain yang menyerang tanaman bawang merah yaitu jamur *Alternaria* sp. merupakan jamur yang menyebabkan penyakit bercak pada berbagai tanaman baik hortikultura maupun pangan dan penyebarannya luas di wilayah tropis (Hartatik et al., 2020) dengan tingkat kehilangan hasil panen mencapai 30-40 % (Marantika & Trimulyono, 2019). Berdasarkan hasil penelitian Sucianto & Abbas, (2019), tanaman yang terserang penyakit bercak daun *Alternaria* sp. ini dapat menunjukkan gejala seperti adanya gejala nekrotik, berupa bercak berwarna coklat yang berbentuk bulat tidak beraturan pada permukaan daun.

Beberapa upaya dalam pengendalian penyakit pada tanaman umumnya masih menggunakan pestisida. Pestisida memainkan peran penting dalam pengelolaan penyakit tanaman, namun penggunaan pestisida yang berlebihan dan tidak rasional telah menjadi perhatian dan dapat merugikan bagi pertanian berkelanjutan karena menimbulkan dampak resistensi pestisida antibiotika (Hong-xing et al., 2017). Dalam mengendalikan penyakit pada tanaman yang aman dan ramah lingkungan dapat memanfaatkan biopestisida yaitu menggunakan agensia hayati berupa jamur endofit (Akhsan et al., 2021).

Jamur endofit merupakan jamur yang tumbuh atau mempunyai habitat hidupnya di dalam organ tanaman, dapat berkolonisasi di dalam jaringan tanaman tanpa merugikan tanaman inangnya (Kursia et al., 2018). Jamur endofit mampu memproduksi senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, benzopyranones, flavonoid, asam fenolik, terpenoid dan lain sebagainya, dimana senyawa ini dapat berperan sebagai pelindung tanaman inang dari infeksi patogen virulen dan memiliki aktivitas biologisnya (Ramadhani et al., 2017).

Jamur endofit terdapat pada berbagai jenis tanaman dengan karakteristik yang berbeda-beda, salah satunya pada tanaman bawang merah, selain kegunaannya sebagai bumbu dapur bawang merah juga memiliki kandungan senyawa polifenol, flavonol, flavonoid, dan tannin yang berperan sebagai antioksidan, antibakteri, dan antijamur (Octaviani et al., 2019). Berdasarkan hasil penelitian Akhsan et al., (2021) jamur endofit yang terdapat dari tanaman bawang merah teridentifikasi 5 jenis meliputi *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., dan *Trichoderma* sp.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Alat dan Penelitian**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gunting, autoklaf, oven, bunsen, korek api, pinset, jarum ose, *beaker glass*, cawan petri, Laminar Air Flow (LAF), bor gabus, jangka sorong, mikroskop, kamera, serta alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah media PDA (*Potato Dextrose Agar*), *tissue*, spiritus, kaca benda, kaca penutup, kertas label, alkohol 70 %, Bayclin, aquades steril, *lactophenol blue*, kertas wrap, sarung tangan, masker, sampel daun bawang merah dan sampel daun yang sakit atau menunjukkan gejala.

### **Pengambilan Sampel Daun Bawang Merah**

Sampel daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) yang dijadikan sebagai sampel jamur endofit dan daun bawang merah yang terinfeksi patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. akan diambil di beberapa kebun petani Desa Limpok Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar. Daun bawang merah yang diambil memiliki ciri-ciri berupa daun yang sehat dan tidak terserang penyakit apapun dan daun bawang merah yang terinfeksi *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. Daun yang diambil yaitu daun yang masih muda atau berumur 30 HST (Setelah tanam).

### **Isolasi Jamur Endofit**

Sampel daun bawang merah yang sehat dipotong dengan ukuran 1x1 cm<sup>2</sup> sebanyak 10 potong menggunakan gunting steril, kemudian permukaan daun yang sehat tersebut dicuci dengan aquades steril setelah dicuci daun diletakkan pada *tissue* steril untuk proses pengeringan. Potongan daun bawang merah direndam dalam bayclin selama 1 menit kemudian dimasukkan ke dalam alkohol 70% selama 1 menit dan setelah itu dibilas dengan aquades steril sebanyak 2 kali ulangan masing-masing ulangan selama 1 menit. Selanjutnya sampel daun tersebut diletakkan pada media PDA, masing-masing cawan petri berisi 2 potongan daun, kemudian diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25–30°C (Aji *et al.*, 2022).

Proses pemurnian dilakukan berdasarkan perbedaan dari masing-masing koloni yang didapatkan, seperti warna koloni, tekstur koloni, dan bentuk koloni. Setiap koloni yang berbeda diinokulasi kembali menggunakan jarum ose pada media PDA baru. Isolat jamur endofit yang telah dimurnikan kemudian dilakukan pengamatan secara makroskopik dan mikroskopik yang merujuk pada panduan

identifikasi *Pictorial Atlas Of Soil and Seed Fungi : Morphologies Of Cultured Fungi and Key To Species* (Watanabe, 2002). Pengamatan makroskopik dilakukan untuk melihat warna koloni, bentuk koloni, dan tekstur permukaan koloni. Pengamatan mikroskopik untuk melihat bentuk hifa (bersekat atau tidak bersekat), warna hifa (gelap atau hialin), warna konidia (gelap atau hialin) dan bentuk konidia (bulat, berantai, lonjong, dan tidak beraturan) (Aji *et al.*, 2022).

### **Isolasi Jamur Patogen**

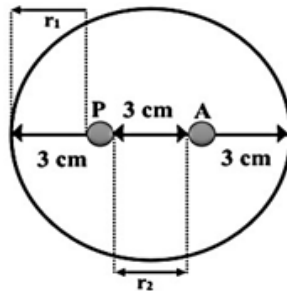
Inokulum *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. didapatkan dengan cara diisolasi langsung dari tanaman yang bagian daunnya terserang penyakit dan menunjukkan gejala layu fusarium sedangkan *Alternaria* sp. menunjukkan gejala bercak daun. Proses isolasi jamur dilakukan dengan cara bagian daun yang terinfeksi terlebih dahulu dicuci dengan air mengalir kemudian dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm. Selanjutnya diletakkan pada tissue steril sampai kering. Isolat selanjutnya diletakkan dalam cawan petri yang berisi media PDA, masing-masing cawan berisi 2 potongan daun, kemudian diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25-30°C (Izzatinnisa *et al.*, 2020).

Jamur patogen yang telah tumbuh pada media PDA tersebut dimurnikan lagi dengan cara diinokulasikan dengan menggunakan jarum ose ke dalam media PDA baru, sehingga diperoleh biakan murni jamur patogennya (Ruswandari *et al.*, 2020). Jamur yang telah dimurnikan kemudian diidentifikasi berdasarkan bentuk makroskopik dan mikroskopik yang merujuk pada panduan identifikasi *Pictorial Atlas Of Soil and Seed Fungi : Morphologies Of Cultured Fungi and Key To Species* (Watanabe, 2002), pengamatan secara makroskopik meliputi warna koloni, bentuk koloni dan tekstur permukaan koloni sedangkan pengamatan secara mikroskopik meliputi bentuk konidia (makrokonidia dan mikrokonidia).

### **Uji Potensi Antagonis Jamur Endofit Terhadap patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.**

Pengujian daya hambat jamur endofit dalam menghambat patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. dilakukan sebanyak 6 kali pengulangan yang merujuk pada penelitian (Butarbutar *et al.*, 2018) yaitu dengan menggunakan uji *Dual Kultur* dalam media PDA. Menurut Halwiyah *et al.*, (2019), metode pengujian ini dilakukan dengan cara membuat lempengan pada jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. yang berdiameter 4,5 mm dengan bantuan bor gabus (*cork borer*) kemudian masing-masing isolat tersebut diletakkan di media PDA yang

berjarak 3 cm dari tepi cawan. Sama halnya dengan isolat jamur endofit juga dibuat lempengan pada jamurnya berdiameter 4,5 mm. Kemudian isolat jamur endofit diletakkan di sebelah isolat jamur patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. dengan jarak 3 cm dari tepi cawan (Gambar 1), selanjutnya diinkubasi pada inkubator dengan suhu 25 – 30°C selama 7x24 jam.



Gambar 1. Skema Uji Antagonis Jamur Endofit. (A) Jamur, (P) Jamur Patogen (Halwiyah *et al.*,2019).

Pengujian kontrol yang dilakukan ada 2 yaitu tanpa adanya perlakuan dan menggunakan fungisida. Setiap kontrol dilakukan sebanyak 2 kali ulangan, untuk kontrol tanpa perlakuan hanya menumbuhkan jamur patogen saja kemudian diukur diameter pertumbuhan jamur patogennya selama 7 hari (Agustina *et al.*, 2019). Selanjutnya untuk pengukuran jari-jari koloninya baik *Fusarium* sp. maupun *Alternaria* sp. pada cawan petri dilakukan dengan menggunakan jangka sorong setelah biakan diinkubasi dengan suhu 25-30°C selama 7x24 jam. Persentase daya hambat jamur endofit dalam menghambat pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Halwiyah *et al.*, 2019).

$$\text{Daya Antagonisme} = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100\%$$

Keterangan :

R1 = Jari-jari koloni jamur patogen yang menjauhi koloni jamur endofit.

R2 = Jari-jari koloni jamur patogen yang mendekati koloni jamur endofit.

Kategori persentase penghambatan merujuk pada Sarah *et al.*, (2018), meliputi apabila persentase daya hambat lebih dari 60 % maka dapat

dikategorikan tinggi yang berarti jamur endofit dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen secara maksimal, dan apabila kurang dari 30 % maka jamur endofit hanya memiliki kemampuan penghambatan secara minimal terhadap pertumbuhan jamur patogen.

### **Analisis Data**

Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menyajikan data karakteristik makroskopis dan mikroskopis jamur endofit pada daun bawang merah serta memperhatikan pengukuran zona hambat jamur endofit terhadap patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Karakteristik Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)**



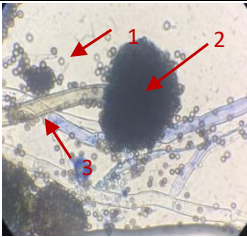

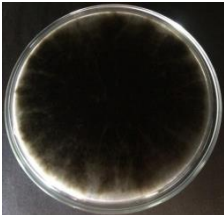

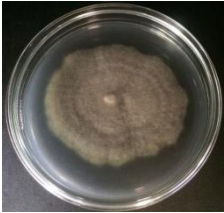
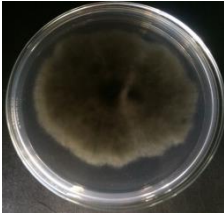
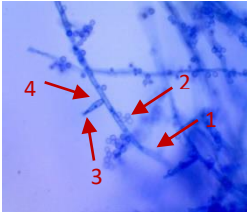

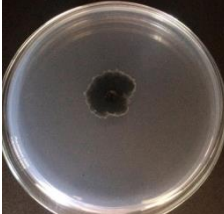
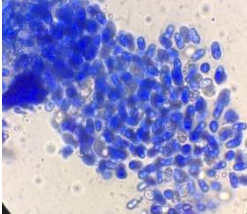
Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan terdapat 4 spesies jamur endofit pada daun bawang merah yaitu *Aspergillus niger* (EA1), *Cladosporium* sp. (EA3), *Phyllosticta* sp. (EA4), dan isolat EA2.

*Aspergillus niger* memiliki ciri khas yaitu, secara makroskopis koloni berwarna coklat kehitaman, berbentuk bulat tidak beraturan, pinggiran koloni berwarna putih dan bagian bawah koloni berwarna kekuningan (Wahdania *et al.*, 2017). Secara mikroskopis *Aspergillus niger* memiliki hifa tidak bersepta, konidiofor panjang berbentuk silinder dan tidak berwarna (hialin). Konidianya berbentuk bulat hingga semi bulat yang berdiameter 4-5 nm dan berwarna coklat kehitaman. Vesikel berbentuk bulat, berwarna gelap hitam dengan diameter 30-70 nm (Asril *et al.*, 2019).

*Cladosporium* sp. mempunyai ciri makroskopis koloni berbentuk bulat yang berwarna hijau keabu-abuan dengan tepi koloni berombak, tekstur koloninya padat seperti beludru dan koloni tampak bawah berwarna hijau tua sampai kehitaman apabila masa pertumbuhannya semakin tua. Secara mikroskopis jamur *Cladosporium* sp. memiliki hifa bersekat, konidia yang berbentuk bulat, ellips, subglobose, ovated, silindris memanjang menyerupai rantai dengan ukuran 2,31 x 3,53 nm, berwarna coklat atau hialin serta konidiofor bercabang, tegak dan berwarna hialin (Suliati *et al.*, 2017).

*Phyllosticta* sp. mempunyai ciri makroskopis koloni berwarna gelap, pada awal pertumbuhan jamur ini berwarna abu-abu tetapi semakin tua pertumbuhannya akan berubah menjadi warna hitam. Tepi koloni tidak beraturan, bagian bawah koloni berwarna hitam pekat pinggiran putih, permukaan koloninya halus dan rata. Secara mikroskopis jamur *Phyllosticta* sp. memiliki hifa bersekat, tidak berwarna (hialin), konidia berbentuk oval, tidak berwarna (hialin) dan bersekat (Istikorini & Sari, 2022).

**Tabel 1.** Karakteristik Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah

Isolat	Tampak Atas	Tampak Bawah	Mikroskopis	Keterangan
EA1				1. Konidia 2. Vesikel 3. konidiospora
EA2				1. Hifa
EA3				1. Hifa 2. Konidia 3. Konidiofor 4. Cabang konidiofor
EA4				1. Konidia

Isolat EA2 secara makroskopis memiliki koloni berwarna hijau keabuan pinggiran putih, pada awal pertumbuhan berwarna putih semakin tua masa pertumbuhan warnanya menjadi hijau pekat, tekstur koloninya seperti kapas dan bentuk koloninya bersemak. Bagian bawah koloni berwarna hijau gelap pinggiran putih. Sedangkan secara mikroskopis mempunyai hifa bersekat dan tidak berwarna atau hialin. Jamur dengan kode isolat EA 2 tidak berhasil teridentifikasi di karenakan hanya hifanya saja yang terlihat.

Adapun peranan dari masing-masing jamur endofit tersebut yaitu *Aspergillus niger* mempunyai manfaat berupa adanya kemampuan dalam



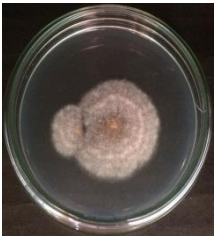
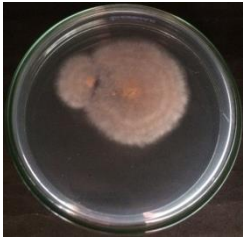
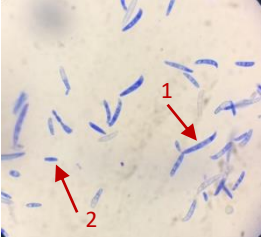
memproduksi asam sitrat dan memproduksi enzim amilase, xelulase, lipase, protease yang berperan sebagai antibiotik dalam melindungi atau menghambat terinfeksi patogen pada tanaman (Wahyuni *et al.*, 2019). *Cladosporium* sp. diketahui dapat berperan dalam melindungi tanaman terhadap tekanan biotik dan abiotik. Berdasarkan hasil sekresi metabolit sekunder, jamur ini dapat meningkatkan kemampuan tanaman dalam beradaptasi dengan lingkungan baru, mempertahankan Kesehatan tanaman inang dan kinerja tanaman (Räut *et al.*, 2021).


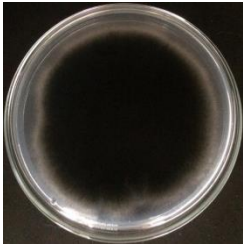
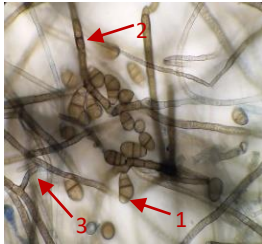
### Karakteristik jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

Secara makroskopis jamur *Fusarium* sp, mempunyai koloni yang berwarna putih, tekstur koloninya halus seperti kapas dan bentuk koloninya tidak beraturan. Tampak bawah koloni ada beberapa warna yaitu merah muda, ungu atau kuning (Djamaluddin *et al.*, 2022). Sedangkan secara mikroskopis mempunyai konidia hialin yang terdiri atas 2 konidia yaitu makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia panjang dengan ujung sedikit melengkung berbentuk seperti kano (sabit) dan memiliki septa 1-5. Mikrokonidia berbentuk oval serta memiliki septa 1-2 (Warman *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil penelitian (Djamaluddin *et al.*, 2022), terdapat 3 spesies jamur *Fusarium* sp. yang menginfeksi tanaman bawang merah yaitu *Fusarium fujikuroi*, *Fusarium oxysporum*, dan *Fusarium solani*. Jamur *Fusarium* sp. banyak ditemukan karena disebabkan oleh faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi aktivitas perkembangan jamur patogen tersebut. Suhu yang tinggi dan pH tanah rendah akan sangat berpengaruh terhadap perkembangan *Fusarium* sp, spora akan berkecambah pada suhu 25-30°C tetapi apabila suhu lingkungan lebih dari 38°C patogen ini tidak mampu berkembang dan menyebabkan kematian.

**Tabel 2.** Karakteristik Jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

Isolat	Tampak Atas	Tampak Bawah	Mikroskopis	Keterangan
F				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Makrokonidia</li> <li>2. Mikrokonidia</li> </ol>

Isolat	Tampak Atas	Tampak Bawah	Mikroskopis	Keterangan
A				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konidia</li> <li>2. Hifa</li> <li>3. Konidiofor</li> </ol>

*Alternaria* sp. mempunyai ciri makroskopis pada awal pertumbuhan koloninya berwarna putih tetapi semakin tua masa pertumbuhannya koloni jamur tersebut akan berubah menjadi warna abu-abu kehitaman hingga hitam sedangkan tampak bawah koloni berwarna hitam dengan pinggiran putih. Teksturnya seperti kapas dan koloninya tumbuh menyebar secara beraturan sampai memenuhi cawan petri (Ruswandari *et al.*, 2020).

Secara mikroskopis jamur *Alternaria* sp. ini mempunyai hifa berwarna coklat dan bersepta. Konidiofor pendek, tegak, tidak bercabang dan bersekat. Konidiana pendek, berbentuk oval, berwarna coklat, mempunyai cabang dan septa 1-2 (Sabbir Ahm *et al.*, 2022).

### **Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Fusarium* sp.**

Berdasarkan Tabel 3 isolat EA1 menunjukkan kemampuan penghambatan yang paling tinggi (kuat) terhadap *Fusarium* sp. dengan nilai rata-rata daya hambatnya melebihi 60 % sedangkan isolat EA3 dikategorikan rendah (lemah) dalam menghambat *Fusarium* sp. dengan nilai rata-rata kurang dari 30 %. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sarah *et al.*, (2018), apabila suatu jamur endofit memiliki aktivitas persentase penghambatan lebih dari 60 % maka dapat dikategorikan tinggi (kuat) dalam menghambat patogen dan apabila nilai persentasenya kurang dari 30 % maka jamur endofit tersebut dapat dikategorikan rendah (lemah) yang berarti kemampuan hambatnya secara minimal.

Mekanisme penghambatan yang terjadi pada jamur endofit dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. adalah mekanisme kompetisi dan hiperparasitisme. Menurut Ali & Samosir, (2021), aktivitas hiperparasitisme yang terjadi antara jamur endofit dengan jamur patogen ditandai dengan adanya kemampuan miselium jamur endofit yang tumbuh di atas miselium jamur patogen sehingga patogen tersebut mengalami lisis dan terjadinya perubahan warna.

Menurut E. Adhi & Suganda, (2020), mekanisme kompetisi ditandai dengan adanya perebutan ruang dan nutrisi oleh kedua jamur tersebut. Kecepatan pertumbuhan pada salah satu jamur akan mampu menguasai ruang media dan dapat menekan pertumbuhan jamur lawan. Berdasarkan gambar (1) isolat EA1 menunjukkan mekanisme daya hambat hiperparasitisme, yang ditandai dengan spora isolat EA1 tumbuh menyebar ke seluruh ruang sampai menutupi jamur *Fusarium* sp. dan menyerap semua nutrisi jamur patogen sehingga terjadinya perubahan warna pada jamur pathogen tersebut.

**Tabel 3.** Persentase Daya Hambat Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Terhadap *Fusarium* sp.

No	Isolat	Persentase Daya Hambat	Kategori
		Rata-rata (%)	
1.	EA 1	62,72 %	Kuat
2.	EA 2	52,11 %	Sedang
3.	EA 3	16,02 %	Lemah
4.	EA 4	16,84 %	Lemah

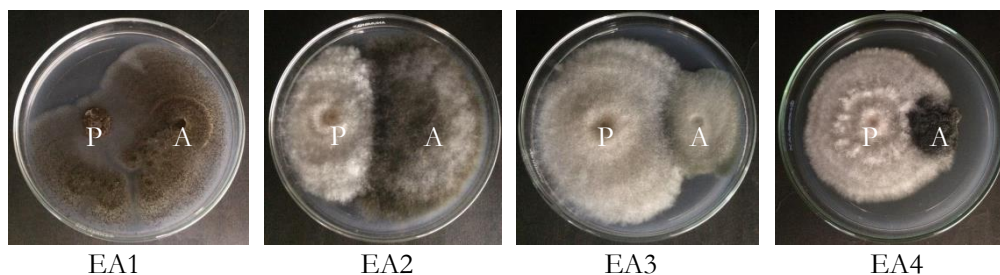
Isolat EA1 spesies *Aspergillus niger*, mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp secara maksimal (kuat) dengan nilai rata-rata 62,72 % dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil yang sama dilaporkan oleh (Sarah *et al.*, 2018), dimana *Aspergillus niger* menunjukkan persentase daya hambat tertinggi dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. dengan nilai rata-rata 66,33 % dan mekanisme penghambatannya hiperparasitisme.

Menurut Wahdania *et al.*, (2017), jamur *Aspergillus niger* memiliki daya hambat terhadap patogen karena memproduksi enzim hidrolitik seperti protease, selulase, lipase, dan pektinase. Mekanisme penghambatan jamur *Aspergillus niger* adalah memecahkan komponen dinding sel jamur patogen dengan adanya enzim khitinase dan B-1 3 glucanase yang disekresikan jamur tersebut.

Berdasarkan gambar (1) isolat EA2 menunjukkan mekanisme penghambatan kompetisi karena isolat EA2 pertumbuhannya dominan lebih cepat dalam memenuhi ruang dan mempertahankan nutrisi pada media sehingga pertumbuhannya hampir melingkari *Fusarium* sp. Jamur endofit dengan kode isolat EA2 mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp. secara minimal (sedang) dengan nilai rata-rata 52,11 % dapat dilihat pada Tabel 3. Menurut Fatimah *et al.*, (2020), jamur endofit mampu tumbuh sangat cepat untuk berkompetisi dengan jamur patogen dalam memperebutkan nutrisi dan ruang pertumbuhan.

Jamur endofit dengan kode isolat EA3 tidak mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. secara maksimal. Jamur *Cladosporium* sp. hanya mampu menghambat *Fusarium* sp. dengan nilai rata-rata paling rendah yaitu 16,02 %. Berdasarkan gambar (1) jamur endofit ini tidak mampu menghambat *Fusarium* sp. disebabkan pertumbuhannya yang sangat lambat walaupun sudah melebihi masa inkubasinya, sedangkan jamur *Fusarium* sp. tumbuh sangat cepat sehingga dapat memenuhi ruang dan mengambil semua nutrisi yang ada pada media. Lambatnya pertumbuhan jamur endofit disebabkan oleh pH dan suhu. pH media yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan mengakibatkan pertumbuhan jamur terhambat dan tidak optimal, pH optimum untuk pertumbuhan jamur adalah 5, 6 dan 7. pH di bawah 5 akan menyebabkan pertumbuhan jamur menjadi lambat dan produksi pigmen berkurang sedangkan pH di atas 7 pertumbuhan jamur juga melambat tetapi tidak mempengaruhi produksi pigmen (Hakim *et al.*, 2020).

Suhu dapat mempengaruhi diameter koloni jamur, suhu optimum untuk pertumbuhan koloni jamur yaitu 28°C sedangkan pertumbuhan koloni paling kecil terjadi pada suhu 39°C (Hakim *et al.*, 2020). Menurut Nandung *et al.*, (2018), faktor penting yang dapat menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis dalam mengendalikan jamur patogen yaitu memiliki karapatan spora yang tinggi sehingga mampu berkompetisi satu sama lain.



**Gambar 1.** Hasil Uji Antagonis Isolat Jamur Endofit Terhadap *Fusarium* sp.  
P (Patogen) ; A (Endofit)

Jamur endofit isolat EA4 juga tidak mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. secara maksimal dengan nilai rata-rata 16,84 %. Berdasarkan gambar (1) pertumbuhan jamur ini lambat sedangkan *Fusarium* sp. tumbuh begitu cepat sampai memenuhi ruang pertumbuhan dan menekan pertumbuhan jamur endofit. Mekanisme yang terjadi kompetisi namun mekanisme ini terjadi pada jamur patogen yang tumbuh begitu cepat sampai menutupi seluruh ruang termasuk bagian jamur endofit. Menurut Wahyuni *et al.*, (2019), Jamur *Fusarium*

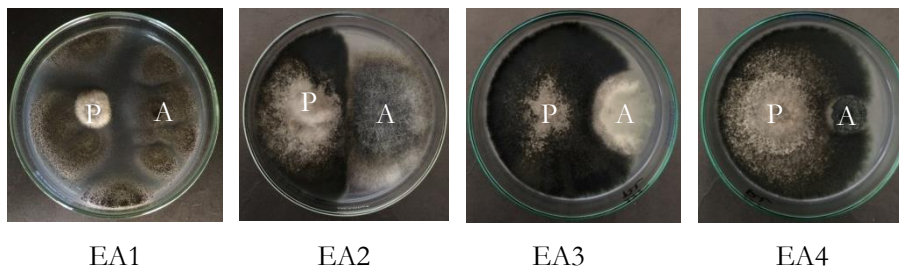
sp. memproduksi metabolit sekunder berupa fusacandin yang bersifat antifungi sehingga mampu mempertahankan diri dari serangan jamur lain.

### **Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Alternaria* sp.**

Berdasarkan Tabel 4 jamur yang menghambat *Alternaria* sp. tertinggi (kuat) adalah *Aspergillus niger* (Isolat EA1) dengan nilai persentase daya hambat 67,83 %. Sedangkan genus yang menghambat *Alternaria* sp. terendah yaitu *Cladosporium* sp. dengan nilai rata-rata 16,95 %.

Berdasarkan gambar (2) mekanisme yang terjadi pada EA1 dalam menghambat *Alternaria* sp. adalah kompetisi, EA1 tumbuh lebih cepat dan lebih unggul mendominasi ruang serta nutrisi yang ada pada media dibandingkan dengan isolat jamur patogen. Menurut Sarah *et al.*, (2018), besarnya daya hambat dikarenakan adanya kemampuan berkompetisi dalam menguasai ruang dan nutrisi, sehingga jamur endofit tumbuh dengan cepat dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen. Daya hambat ini terjadi karena *Aspergillus niger* menghasilkan enzim ekstraseluler seperti amilase, paktinase, invertase, protease dan juga menghasilkan mikotoksin (aflatoksin) yang berperan sebagai antibiotik untuk menghambat pertumbuhan patogen.

Isolat EA 2 mampu menghambat *Alternaria* sp. secara minimal atau sedang dengan nilai rata-rata persentase 53,28 % dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan gambar (2) isolat EA2 menunjukkan mekanisme daya hambat kompetisi, jamur endofit dan *Alternaria* sp. sama-sama bersaing untuk mempertahankan nutrisi yang ada pada media dan juga ruang untuk pertumbuhan.



**Gambar 1.** Hasil Uji Antagonis Isolat Jamur Endofit Terhadap *Alternaria* sp. P (Patogen) ; A (Endofit)

Berdasarkan gambar (2) isolat EA4 juga menunjukkan mekanisme kompetisi karena jamur *Alternaria* sp. lebih cepat pertumbuhannya hingga

memenuhi ruang dan menyerap semua nutrisi yang ada dengan nilai persentase daya hambatnya 26,96 % dikategorikan lemah atau tidak maksimal.

Jamur endofit dengan kode Isolat EA3 tidak mampu menghambat *Alternaria* sp., dapat dikategorikan rendah (lemah) dengan nilai rata-rata 16,95 %. Berdasarkan gambar (2) mekanisme yang terjadi adalah hiperparasitisme, jamur *Alternaria* sp. tumbuh begitu cepat, memenuhi ruang dan hampir menutupi atau menekan jamur *Cladosporium* sp. sehingga terjadinya lisis dan perubahan warna yang awalnya berwarna hijau keabu-abuan berubah menjadi putih. Berdasarkan pengujian secara umum jamur endofit lebih mampu menghambat patogen *Fusarium* sp. dibandingkan dengan patogen *Alternaria* sp. Berdasarkan hasil penelitian Wahyuni & Noviani, (2019), jamur endofit dapat digunakan sebagai agens hayati dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. karena pertumbuhan jamur endofit lebih cepat. Pertumbuhan jamur endofit yang cepat dapat menunjukkan persaingan nutrisi dan juga ruang pertumbuhan dengan *Fusarium* sp. Semua agens pengendali hayati memegang peran utama dalam mempertahankan nutrisi dan ruang hidup. Jamur endofit dapat mencegah perkembangan penyakit karena menghasilkan senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, steroid dan flavonoid yang bersifat racun terhadap jamur patogen atau terjadinya kompetisi. Dalam menghambat *Alternaria* sp. kurang maksimal karena jamur *Alternaria* sp. Tumbuh lebih cepat untuk menguasai ruang dan nutrisi. Menurut Kurniati & Ali, (2018), rendahnya daya antagonis disebabkan jamur *Alternaria* sp. memiliki toksin berupa alternarin sehingga dapat menghambat daya antagonis dari jamur endofit. Kemampuan antagonis setiap isolat juga berbeda-beda, hal ini dapat ditentukan oleh sifat genetik masing-masing mikroba. Perbedaan daya hambat isolat yang diuji dapat terjadi karena adanya perbedaan kecepatan pertumbuhan dari setiap isolat dan juga kemampuannya berkompetisi dalam mempertahankan nutrisi dari media. Jamur endofit yang memiliki hifa tidak bersekat akan lebih mudah menghambat patogen karena hifa berfungsi sebagai penyerapan nutrisi dan sebagai alat reproduksi pada jamur. Jadi hifa yang tidak bersekat memungkinkan untuk proses penyerapan nutrisinya lebih cepat sehingga dapat berkompetisi dalam mempertahankan ruang dan nutrisi (Lyunah & Ami, 2021). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan isolat EA1 (*Aspergillus niger*) dan jamur dengan kode isolat EA2 potensial untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati terhadap *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. tetapi isolat EA2 dikategorikan sedang dalam penghambatannya.

## SIMPULAN

Berdasarkan karakterisasi jamur endofit dari daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) mengarah ke 4 genus yaitu *Aspergillus niger* (kode isolat EA1), isolat EA2, *Cladosporium* sp. (kode isolat EA3), dan *Phyllosticta* sp. (kode isolat EA4). Jamur endofit dengan kode isolat EA1 mampu menghambat *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. secara maksimal atau dikategorikan tinggi dengan nilai rata-rata *Fusarium* sp. sebesar 62,72 % dan *Alternaria* sp. sebesar 67,83 %. Jamur endofit EA2 juga mampu menghambat kedua petogen tersebut tapi dikategorikan sedang dengan nilai rata-rata *Fusarium* sp. 52,11 % dan *Alternaria* sp. 53,28 %. Mekanisme antagonis berupa kompetisi dan hiperparasitisme.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, S. R., & Suganda, T. (2020). Potensi Jamur Rizosfer Bawang Merah dalam Menekan *Fusarium oxysporum* f.sp. cepae, Penyebab Penyakit Busuk Umbi Bawang Merah. *Jurnal Kultivasi*, 19(1), 1015–1022. ISSN: 1412-4718.
- Agustina, D., Triasih, U., Dwiastuti, M. E., & Wicaksono, R. C. (2019). Potensi Jamur Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Botryodiplodia theobromae* Penyebab Penyakit Busuk Batang pada Tanaman Jeruk. *Jurnal Agronida*, 5(1), 1–6. ISSN: 2407-9111.
- 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. E-ISSN: 2654-4571.
- Akhsan, N., Ningsih, D. R., & Sofian. (2021). Potensi Jamur Endofit pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Mengendalikan Jamur *Alternaria porii* (EII. Cif.): Studi Kasus Desa Bendang Raya. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 4(1), 67–74. ISSN: 2622-3570.
- Ali, M., & Samosir, I. Y. (2021). Uji Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr.) Terhadap *Ganoderma boninense* Pat. Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. *Jurnal Agrikultura*, 32(3), 304–311. ISSN: 0853-2885.
- Asril, M., Perdana, T. A., & Asmarany, A. (2019). Isolasi Cendawan yang Berperan dalam Proses Pembuatan Pliek U (Makanan Fermentasi Khas Aceh). *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 36(1), 26–34.
- Butarbutar, R., Marwan, H., & Mulyati, S. (2018). Eksplorasi *Bacillus* spp. dari Rizosfer Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) dan Potensinya Sebagai Agens Hayati

Jamur Akar Putih (*Rigidoporus* sp.). *Jurnal Agroecotania*, 1(2), 31–41. E-ISSN: 2621-2854.

- Djamaluddin, R. R., Sukmawaty, E., Masriany, & Hafsan. (2022). Identifikasi Gejala Penyakit dan Cendawan Patogen Tanaman Bawang Merah (*Allium asconicum*) di Kecamatan Buntu Batu Kabupaten Enrekang. *Jurnal Media Sains dan Teknologi*, 16(1), 81–92. ISSN: 1979-3254.
- Edi, S. (2019). Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Bawang Merah pada Dua Cara Tanam di Lahan Kering Dataran Rendah Kota Jambi. *Jurnal Agroecotania*, 2(1), 1–10. E-ISSN: 2621-2854.
- Fatimah, I. N., Pamekas, T., & Hartal, H. (2020). Karakterisasi Lima Isolat Cendawan Endofit Tanaman Padi Sebagai Agen Antagonis *Pyricularia Oryzae*. *PENDIPA Journal of Science Education*, 4(3), 1–6. <https://doi.org/10.3336/9/pendipa.4.3.1-6>.
- Halwiyah, N., Ferniah, R. S., Raharjo, B., & Purwantisari, S. (2019). Uji Antagonisme Jamur Patogen *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai dengan Menggunakan *Beauveria bassiana* Secara In Vitro. *Jurnal Akademika Biologi*, 8(2), 8–17. ISSN: 2621-9824.
- Hartatik, N. S., Suciando, E. T., & Purwati, E. S. (2020). Genera Jamur Patogen dan Persentase Penyakit Bercak Daun yang ditemukan pada Pertanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*) di Desa Serang, Kecamatan Karangreja, Purbalingga. *BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(3), 392–402. ISSN: 2714-8564.
- Hasri, H., Zakaria, J., & Arifin, A. (2020). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Bawang Merah di Kecamatan Banggae Timur Kabupaten Majene. *PARADOKS : Jurnal Ilmu Ekonomi*, 3(4), 64–72. ISSN: 2622-6383.
- Hakim, L., Kurniatuhadi, R., & Rahmawati. (2020). Karakteristik Fisiologis Jamur Halofilik Berdasarkan Faktor Lingkungan dari Sumur Air di Desa Suak, Sintang, Kalimantan Barat. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 5(2), 227-232. E-ISSN: 2548-6659.
- Heriyanto. (2019). Kajian Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium* dengan *Trichoderma* pada Tanaman Tomat. *Jurnal Triton*, 10(1), 45–58. ISSN: 2085-3823.
- Hong-Xing, X., Ya-Jun, Y., Yan-Hui, L., Xu-Song, Z., Jun-Ce, T., Feng-xiang, L., Qiang, F., & Zhong-xian, L. (2017). Sustainable Management of Rice Insect Pests by Non-Chemical-Insecticide Technologies in China. *Rice Science*, 24(2), 61–72. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2017.01.001>.



- Istikorini, Y., & Sari, O. Y. (2022). Identification of Endophytic Fungi of Balangeran (*Shorea balangeran* Korth.) by Morphological Characterization. *Jurnal Sylva Lestari*, 10(2), 211–222. E-ISSN: 2549-5747.
- Izzatinnisa, Utami, U., & Mujahidin, A. (2020). Uji Antagonisme Beberapa Fungi Endofit pada Tanaman Kentang Terhadap *Fusarium oxysporum* Secara In Vitro. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 2(1), 18–25. ISSN: 2655-9927.
- Kurniati, A., & Ali, M. (2018). Isolasi dan Uji Antagonis Jamur Asal Rizosfer Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Terhadap *Alternaria porri* Ellis Cif. *JOM Faperta UR*, 5(1), 1–9. ISSN: 2355-6838.
- Kursia, S., Aksa, R., & Nolo, M. M. (2018). Potensi Antibakteri Isolat Jamur Endofit dari Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, dan Kesehatan*, 4(1), 30–33. ISSN: 2442-9791.
- Luyunah, & Ami, M. Sartika. (2021). *Modul Biologi Materi Jamur (Fungi)*. Jombang: LPPM Universitas KH. A. Wahab Hasbullah. ISBN: 978-623-6794-52-4.
- Marantika, V. M., & Trimulyono, G. (2019). Aktivitas Antifungi Ekstrak Lichen *Parmelia sulcata* Terhadap Pertumbuhan Jamur *Alternaria porri*. *Jurnal LenteraBio*, 8(3), 231–236. E-ISSN: 2685-7871.
- Nandung, E., Suswanto, & Ramadhan, T. H. (2018). Karakterisasi *Trichoderma harzianum* Asal Lahan Gambut Sebagai Agens Antagonis Terhadap Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Sawit Secara In vitro. *Perkebunan dan Lahan Tropika*, 8(2), 54–60. E-ISSN: 2654-4180.
- Octaviani, M., Fadhli, H., & Yuneistya, E. (2019). Uji Aktivitas Anti Mikroba Ekstrak Etanol dari Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dengan Metode Difusi Cakram. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(1), 62–68. E-ISSN: 2477-0612.
- Ramadhani, S. Hatru, Samingan, & Iswadi. (2017). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Daun Jamblang (*Syzygium cumini* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, 2(1), 78–89. <https://media.neliti.com/media/publications/202546-none.pdf>. diAkses pada tanggal 20 Maret 2022.
- Răut, I., Călin, M., Capră, L., Gurban, A. M., Doni, M., Radu, N., & Jecu, L. (2021). *Cladosporium* sp. Isolate as Fungal Plant Growth Promoting Agent. *Agronomy*, 11(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020392>.
- Ruswandari, V. R., Syauqi, A., & Rahayu, T. (2020). Uji Antagonis Jamur *Trichoderma viride* dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 5(2), 84–90. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v5i2.255>.

- Sabbir Ahm, M., Maniruzzam, M., Sultana, A., & Alam, N. (2022). First Report of Leaf Spot Disease of Aloe vera Caused by *Nigrospora sphaerica* in Bangladesh. *International Journal of Botany Studies*, 5(5), 164–169. <https://doi.org/10.3923/jps.2022.95.101>.
- Sarah, Asrul, & Lakani, I. (2018). Uji Antagonis Jamur *Aspergillus niger* Terhadap Perkembangan Jamur Patogenik *Fusarium oxysporum* pada Bawang Merah (*Allium cepa agregatum* L. aggregatum group) Secara In vitro. *Agrotekbis*, 6(2), 266–273. ISSN: 2338-3011.
- Sari, W., & Inayah, S. A. (2020). Inventarisasi Penyakit pada Dua Varietas Lokal Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Bima Brebes dan Trisula. *Jurnal ProSTek*, 2(2), 64–71. <https://doi.org/10.35194/prs.v2i2.1166>.
- Sucianto, E. T., & Abbas, D. M. (2019). Jenis, Frekuensi Kemunculan, dan Persentase Penyakit Cendawan pada Tanaman Sayuran. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera : A Scientific Journal*, 36(1), 1–9. ISSN: 2528-2050.
- Suliati, Rahmawati, & Mukarlina. (2017). Jenis-jenis Jamur Endofit Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) di Perkebunan Dungun Prapakan Sambas. *Jurnal Protobiont*, 6(3), 173–181. ISSN: 2338-7874.
- Surya, E., Asmadi, Ridhwan, M., & Armi. (2018). Tingkat Kelimpahan Parasitoid Terhadap Hama Serangga di Lahan Jagung Gampong Lam Lumpu Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 6(1), 367–377. ISBN: 978-602-60401-9-0.
- Ulya, H., Darmanti, S., & Ferniah, R. S. (2020). Pertumbuhan Daun Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) yang Diinfeksi *Fusarium oxysporum* pada Umur Tanaman yang Berbeda. *Jurnal Akademika Biologi*, 9(1), 1–6. ISSN: 2621-9824.
- Wahdania, I., Asrul, & Rosmini. (2017). Uji Daya Hambat *Aspergillus niger* pada Berbagai Bahan Pembawa Terhadap *Phytophthora palmivora* Penyebab Busuk Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agrotekbis*, 5(1), 18–26. ISSN: 2338-3011.
- Wahyuni, D., Rosa, L. P., & Murdiah, S. (2019). Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Tanaman Suruhan (*Peperomia pellucida* L. Kunth) Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 3(1), 8–26. ISSN: 2657-1404.
- Walida, H., Permadi, A., Harahap, F. S., & Dalimunthe, B. A. (2019). Isolasi dan Uji Antagonis Mikroorganisme Lokal (MOL) Rebung Bambu Terhadap Cendawan *Fusarium* sp. *Jurnal Agroplasma*, 6(2), 1–6. ISSN: 2303-2944.

Warman, R., Rianto, F., & Sasli, I. (2021). Uji Patogenisitas *Fusarium oxysporum* pada Tanaman Bawang Merah di Tanah Gambut Kalimantan Barat. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 24(3), 287–295. ISSN: 2716-3288