



Isolation and Identification of Endophyte Fungi in Ferns in Coban Curah Watu as Potential Teaching Materials For Grade X SMA Fungi

Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit pada Tumbuhan Paku di Coban Curah Watu sebagai Potensi Bahan Ajar Materi Fungi Kelas X SMA

Emilda Yuda Kartika^{1*}, Uun Rohmawati¹, Arga Triyandana¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi/Fakultas Ilmu dan Pendidikan/Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan, Kota Pasuruan, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author: emildayudha@gmail.com

Article Information	ABSTRACT
Submitted: 27 – 02 – 2026 Accepted: 12 – 03 – 2026 Published: 16 – 03 – 2026	<p>This study aims to isolate and identify endophytic fungi found in fern leaves (Pteridophyta) in the Coban Curah Watu area, and to examine their potential as a source of teaching materials for grade X high school fungi in accordance with the independent curriculum. The background of this study is the importance of utilizing local potential as a contextual learning resource that can improve student understanding. The study uses a mixed method approach with an embedded design model, combining qualitative and quantitative methods. Fern samples were taken by purposive sampling, then isolated using PDA media and identified the morphology of fungi macroscopically and microscopically. The results of the study showed the diversity of endophytic fungi, including the genera <i>Aspergillus</i>, <i>Penicillium</i>, and <i>Fusarium</i>, which have unique characteristics and biological potential, especially in producing secondary metabolite compounds. These findings were developed into learning media in the form of posters that were tested on high school students. Student responses showed high enthusiasm, interest in the material, and an increased understanding of the concept of fungi through a contextual approach. Thus, the results of this study not only enrich information about the diversity of endophytic fungi in ferns, but also have the potential to be meaningful, innovative, and environmentally-based biology teaching materials for students.</p> <p>Keywords: Endophytic Fungi, Ferns, Teaching Materials, Independent Curriculum, Coban Curah Watu.</p>
Publisher Biology Education Department Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan, Indonesia	How to Cite Kartika E Y., Rohmawati U., & Triyandana A. (2026). Isolasi Dan Identifikasi Fungi Endofit pada Tumbuhan Paku di Coban Curah Watu sebagai Potensi Bahan Ajar Materi Fungi Kelas X SMA. <i>Bromopedia Jurnal Eksplorasi Pendidikan Biologi</i> , 1(3); 257-271.

Pendahuluan

Indonesia merupakan Negara dengan tingkat kekhasan flora yang tinggi dan penyumbang keanekaragaman hayati dunia, salah satunya adalah tumbuhan paku (Pteridophyta). Di Indonesia ada sekitar 1.300 jenis tumbuhan paku (Sandy *et al.*, 2016; Imaniar *et al.*, 2017), sedangkan di Jawa Timur jumlah tumbuhan paku terdapat 319 jenis



(A'taurrohman *et al.*, 2020; Andiana & Renjana, 2021). Tumbuhan paku sangat banyak dijumpai di wilayah Jawa Timur dan mampu hidup di berbagai habitat. Mereka dapat tumbuh di air, menempel di tanah dan batu, merambat atau menumpang pada pohon. Keanekaragaman yang dapat diidentifikasi berdasarkan fungsi endofitnya dan tumbuhan paku menjadi salah satu kelompok tumbuhan yang menarik untuk dipelajari dan diidentifikasi (Kurniawati *et al.*, 2016).

Fungi endofit merupakan fungi yang hidup di dalam jaringan tumbuhan seperti biji, daun, bunga, ranting, batang, dan akar. Fungi endofit dapat menghasilkan senyawa bioaktif dan metabolit sekunder yang sama dengan tumbuhan inangnya (Khastini, 2018; Faraknimella *et al.*, 2015; Pradani, 2018). Fungi endofit mampu menghasilkan senyawa bioaktif yang berpotensi digunakan sebagai bahan obat herbal sehingga tidak mengancam kelestarian inangnya. Fungi endofit merupakan mikroorganisme yang mudah dikembangbiakan, memiliki siklus hidup yang pendek dan dapat menghasilkan senyawa bioaktif dalam jumlah besar (Hasiani *et al.*, 2015; Pradani, 2018). Berdasarkan penelitian terdahulu fungi endofit yang berhasil diisolasi dari tumbuhan *Taxus* juga memiliki kemampuan yang sama untuk memproduksi senyawa taxol (Strobel & Daisy 2003). Fungi endofit dikenal sebagai sumber metabolit sekunder berupa enzim atau senyawa bioaktif lainnya sehingga perlunya mengisolasi dan mengidentifikasi fungi endofit tersebut dari inangnya.

Keanekaragaman mikroorganisme sangat penting untuk dikaji lebih dalam, salah satunya yaitu keanekaragaman fungi endofit pada daun tumbuhan paku. Menurut Menuurut Kahar & Damayanti, (2018), mikroorganisme yang paling banyak ditemukan yaitu fungi dan mikroorganisme ini mempunyai hubungan simbiosis mutualisme, yaitu sebuah bentuk hubungan yang saling menguntungkan. Fungi endofit dapat memperoleh nutrisi untuk melengkapi siklus hidupnya dari tumbuhan inangnya, sebaliknya tumbuhan inang memperoleh proteksi terhadap patogen tumbuhan dari senyawa yang dihasilkan fungi endofit (Muflihayati & Maulina, 2021).

Kurikulum merdeka dan pembelajaran biologi di sekolah masih menggunakan sumber belajar berupa media LKS dan buku paket. Proses pembelajaran biologi melibatkan penggunaan keterampilan seperti mengamati, mengklasifikasikan, mengukur, mengkomunikasikan temuan melalui analisis, menulis, dan diagram, menafsirkan informasi memprediksi hasil, dan melakukan eksperimen (Sulastri, 2023).

Material Dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan, dimulai pada Mei hingga Juni 2025, di area terjal curah batu Mojokerto. Lokasi ini dipilih karena memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, yang memungkinkan untuk dilakukan studi mendalam mengenai fungi endofit yang ada pada tumbuhan paku. Alat yang digunakan diantaranya yaitu: cawan petri, LAF, autoklaf, erlenmeyer, gelas ukur, pisau steril, mikropipet, pipet tetes, objek glass, penutup glass, mikroskop, bunsen, *hotplate*, stirer, timbangan digital,

korek api, blue tip, kamera. Sedangkan bahan yang digunakan diantaranya yaitu: Tumbuhan paku, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), Media *Tryptic Soy Agar* (TSA), alkohol 70%, larutan natrium hipoklorit (NaOCL), etanol 70%, kloramphenicol, aquades, pewarna *Lactophenol Cotton Blue*, tusuk gigi, minyak imersi, kertas saring, kertas label, plastik wrap, kain kasa, kapas.

Jenis Penelitian yang dilakukan dalam Penelitian ini yaitu mix method dengan metode kualitatif dan metode *ex-post facto*. Penelitian kualitatif bertujuan untuk mendeskripsikan hasil isolasi fungi endofit pada daun tumbuhan paku terdiri dari hasil pengamatan makroskopis meliputi bentuk koloni dan warna koloni yang dimiliki isolat fungi makroskopis, data mikroskopis meliputi bentuk ada tidaknya hifa, konidia, dan spora sebagai sumber belajar biologi SMAN 1 Trawas kelas X, sedangkan *ex-post facto* meliputi jumlah spesies hasil isolasi dari daun tumbuhan paku.

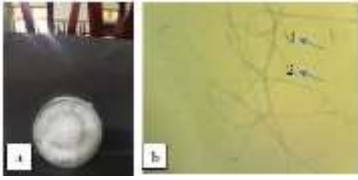
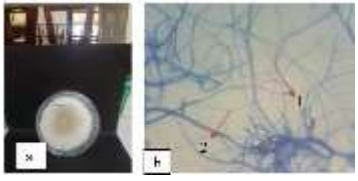
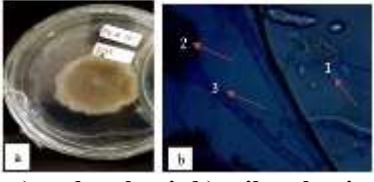
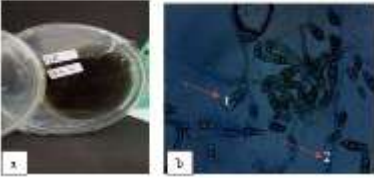
Identifikasi hasil penelitian pada fungi akan dianalisis untuk mengetahui potensinya sebagai sumber belajar biologi dalam kurikulum merdeka belajar. Kurikulum ini bertujuan mengajarkan siswa bagaimana cara memecahkan masalah yang berkaitan dengan materi fungi. Hasil penelitian ini akan dituangkan dalam modul ajar, agar pembelajaran lebih mudah di akses dan dipahami oleh peserta didik. Selain itu, hal ini akan mendorong peserta didik untuk lebih aktif, dan menumbuhkan rasa ingin tahu, serta mengeksplorasi dan menjaga lingkungannya. Berdasarkan temuan survei potensi sumber belajar biologi kelas SMA 1 Negeri Trawas. Selanjutnya anda perlu menganalisis sumber belajar. Hal ini merujuk pada susilo (2018) adalah sebagai berikut: (1) Menganalisis kurikulum (2) Menentukan karakteristik materi biologi yang akan diajarkan (3) Memastikan relevansi metode yang dipilih dengan pertimbangan karakteristik materi yang akan diajarkan (4) Menentukan karakteristik peserta didik dengan background geografis setempat (5) Memastikan potensi sumber belajar dari lingkungan sekitar dengan pertimbangan aspek relevansi, adekuensi dan konsistensi materi dengan kurikulum yang berlaku, tujuan pembelajaran yang hendak dicapai dan level capaian materi pembelajaran.

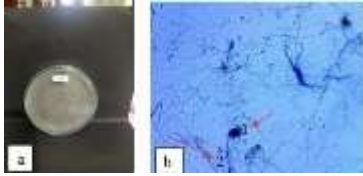
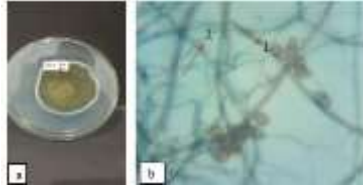
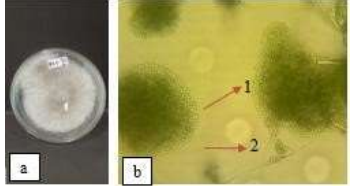
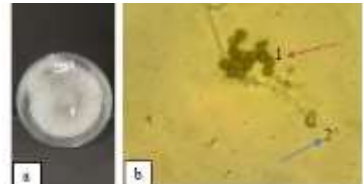
Hasil Penelitian

Hasil temuan fungi pada daun tumbuhan paku disajikan pada tabel berikut.

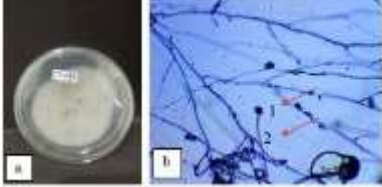
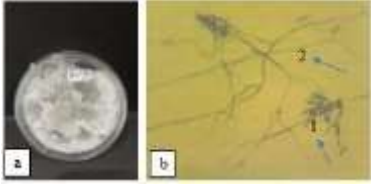
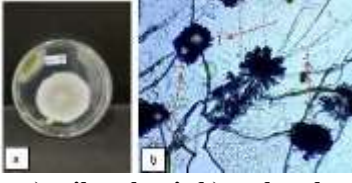
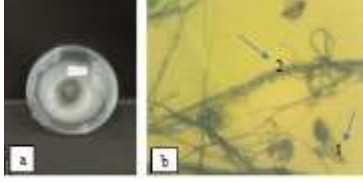
Tabel 1. Temuan Fungi Endofit pada Daun Tumbuhan Paku

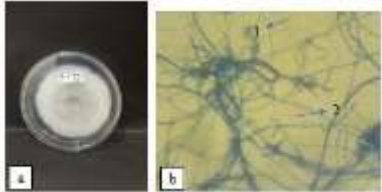
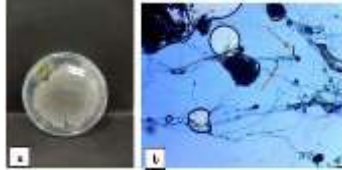
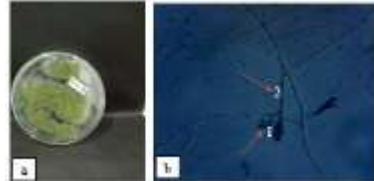

Kode	Gambar	Ciri-ciri	Genus
1. <i>Pteris ensiformis</i> (Isolat Fungi PB)			
a. Pb A	<p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a makroskopis merupakan hasil pengamatan fungi endofit yang berumur 5 hari setelah inokulasi, memiliki bentuk koloni bulat, pertumbuhan koloni menyebar dengan tekstur seperti kapas, warna koloni putih.</p> <p>Gambar b mikroskopis merupakan memiliki ciri konidia tersusun dalam massa atau bundel dan berbentuk seperti bulan sabit,</p>	Fusarium

Kode	Gambar	Ciri-ciri	Genus
		terdiri dari beberapa septa, hifa bersekat.	
b. Pb B	 <p>a) makroskopis, b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a makroskopis merupakan hasil pengamatan fungi endofit yang berumur 5 hari setelah inokulasi, meliputi warna koloni putih berbulu seperti kapas, permukaan koloni menyebar, bentuk koloni bulat. Gambar b mikroskopis merupakan memiliki ciri hifa bersekat, konidia berbentuk pisau/gelombang (sabit).</p>	Fusarium
c. Pb C	 <p>a) makroskopis, b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a makroskopis merupakan hasil pengamatan fungi endofit yang berumur 5 hari, meliputi warna koloni putih, tipe pertumbuhan koloni konsentris, tekstur permukaan koloni halus. Gambar b merupakan hasil pengamatan mikroskopis memiliki ciri konidia tersusun dalam massa atau bundel dan berbentuk seperti bulan sabit, terdiri dari beberapa septa, hifa bersekat</p>	Fusarium
2. <i>Pityrogramma colomenalos</i> (Isolat Fungi AR)			
a. AR A	 <p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 spora, panah 2 vesikel, panah 3 kondiofor)</p>	<p>Gambar a (makroskopis) merupakan hasil pengamatan fungi endofit yang berumur 5 hari setelah inokulasi. Isolat AR A memiliki bentuk koloni bulat tidak teratur, tipe pertumbuhan koloni menyebar dengan tekstur seperti berbulu lembut, warna koloni coklat ke abu-abuan. Gambar b merupakan mikroskopis dengan ciri hifa bersekat, konidior panjang tidak bercabang, vesikel berbentuk bola di ujung konidior tempat fialid nempel, fialid tersusun secara radial di sekitar vesikel dan konidia bulat.</p>	Aspergillus
b. AR B	 <p>a) makroskopis, b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan hasil pengamatan makroskopis yang berumur 5 hari, memiliki bentuk koloni bulat dan beraturan, dengan tekstur kasar, tipe pertumbuhan koloni konsentris, warna permukaan koloni abu-abu kehitaman. Gambar b merupakan konidia dan hifa bersekat menurut Barnett dan Hunter (1972) menyatakan bahwa konidia terdiri dari 3-4 berbentuk elips, ciri warna</p>	Culvularia

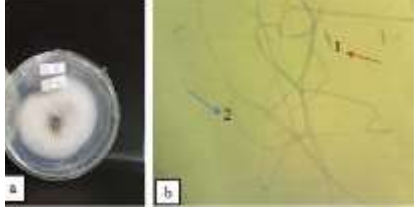
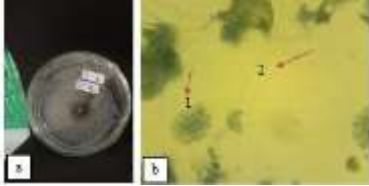
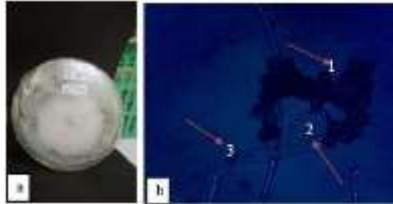
Kode	Gambar	Ciri-ciri	Genus
		koloni coklat tua, piknidia akan muncul dalam stomata, dapat membentuk fialid.	
c. AR C	 <p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 spora, panah 2 kodnidiofor)</p>	<p>Gambar a merupakan hasil pengamatan makroskopis yang berumur 5 hari memiliki ciri bentuk bulat dan permukaan koloni menyebar, tekstur koloni halus, warna koloni abu-abu terang hingga abu-abu gelap, Gambar b merupakan mikroskopis dengan ciri hifa bersekat, konidior panjang tidak bercabang, vesikel berbentuk bola di ujung konidior tempat fialid nempel, fialid tersusun secara radial di sekitar vesikel dan konidia bulat.</p>	Aspergillus
3. Pteris biaurita (Isolat Fungi PA)			
a. PA A	 <p>a) Makroskopis, b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis yang berumur 5 hari, memiliki bentuk bulat dan menyebar, warna koloni memiliki warna hijau-kekuningan bagian tepinya hampir putih atau krem, tekstur koloni berbulu atau berkapas. Gambar b merupakan fungi dengan ciri konidia yang berbentuk oval hingga elips, hifa terlihat bersekat.</p>	Culvularia
b. PA B	 <p>a) makroskopis, b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 konidiofor)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis yang berumur 5 hari, memiliki bentuk sirkular atau melingkar, warna koloni putih ke abu-abuan, tekstur koloni seperti kapas, gambar b merupakan mikroskopis memiliki ciri hifa bersekat, konidior panjang tidak bercabang, vesikel berbentuk bola di ujung konidior tempat fialid nempel, fialid tersusun secara radial di sekitar vesikel dan konidia bulat.</p>	Aspergillus
c. PA C		<p>Gambar a merupakan makroskopis yang berumur 5 hari, memiliki bentuk bulat menyebar, warna koloni putih bersih, tekstur koloni seperti kapas, Gambar b merupakan mikroskopis memiliki ciri</p>	Saccharomyces meyen

Kode	Gambar	Ciri-ciri	Genus
		konidia yang berbentuk bulat hingga oval, hifa bersekat.	
d. PA D	<p>a) makroskopis, b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis berumur 5 hari, bentuk koloni bulat dengan permukaan koloni menyebar penuh ke media, warna koloni putih dengan pusat agak ke abu-abuan, tekstur seperti kapas. Gambar b merupakan mikroskopis dengan ciri adanya makrokonidia berbentuk gelondong (fusiform) dan mikrokonidia berbentuk bulat, piriform (seperti buah pir) dan hifa bersekat.</p>	Tichophyton
4. <i>Adiatum lunulatum</i> (Isolat Fungi PK)			
a. PK A	<p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis berumur 5 hari, memiliki warna koloni putih menyeluruh pada bagian permukaan koloni, tekstur koloni lembut seperti kapas, permukaan koloni menyebar hampir menutupi permukaan media agar. Gambar b mikroskopis dengan memiliki ciri hifa bersekat, konidia berbentuk bulat hingga oval.</p>	Trichoderma
b. PK B	<p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 spora, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis berumur 5 hari, memiliki warna koloni abu-abu kecoklatan, tekstur koloni seperti kapas atau bludru, permukaan koloni menyebar, gambar b mikroskopis memiliki ciri hifa bersekat, konidior panjang tidak bercabang, vesikel berbentuk bola di ujung konidior tempat fialid nempel, fialid tersusun secara radial di sekitar vesikel dan konidia bulat.</p>	Aspergillus

Kode	Gambar	Ciri-ciri	Genus
c. PK C	 <p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 konidiofor)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis yang berumur 5 hari, warna permukaan koloni putih, tekstur koloni seperti kapas, permukaan koloni menyebar, tepi koloni halus dan merata, gambar b mikroskopis memiliki ciri hifa bersekat, konidior panjang tidak bercabang, vesikel berbentuk bola di ujung konidior tempat fialid nempel, fialid tersusun radial di sekitar vesikel dan konidia bulat.</p>	Aspergillus
d. PK D	 <p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis yang berumur 5 hari, warna koloni putih ke abu-abuan, tekstur koloni berbulu padat, pertumbuhan permukaan koloni menyebar, gambar b mikroskopis memiliki ciri hifa bersekat, konidia berbentuk bulat lonjong hingga silindris, tersusun berkelompok.</p>	Trichoderma
5. Pteris khasiana Subs Faurieri (Isolat Fungi PC)			
a. PC A	 <p>a) mikroskopis b) makroskopis (panah 1 konidia, panah 2 vesikel, panah 3 konidiofor)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis yang berumur 5 hari, warna koloni putih ke abu-abuan, tekstur koloni seperti kapas, pertumbuhan permukaan koloni bulat dan menyebar, gambar b mikroskopis memiliki ciri hifa bersekat, konidior panjang tidak bercabang, vesikel berbentuk bola di ujung konidior tempat fialid nempel, fialid tersusun secara radial di sekitar vesikel dan konidia bulat.</p>	Aspergillus
b. PC B	 <p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis yang berumur 5 hari, warna koloni putih dominan ke abu-abuan, tekstur koloni seperti kapas, permukaan koloni bulat dan menyebar gambar b mikroskopis memiliki</p>	Fusarium

Kode	Gambar	Ciri-ciri	Genus
		ciri hifa bersekat, konidia berbentuk pisau/gelombang (sabit).	
c. PC C	 <p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis yang berumur 5 hari, warna koloni putih, tekstur koloni, permukaan koloni bulat dan menyebar hampir memenuhi media agar, gambar b mikroskopis memiliki ciri hifa bersekat, konidia berbentuk pisau/gelombang (sabit).</p>	Fusarium
6. <i>Pteris vittata</i> (Isolat Fungi AC-V)			
a. AC-V A	 <p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 konidiofor)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis yang berumur 5 hari, warna koloni abu-abu keputihan, tekstur koloni halus seperti kapas, permukaan koloni tidak beraturan dan menyebar, gambar b mikroskopis memiliki ciri hifa bersekat, konidior panjang tidak bercabang, vesikel berbentuk bola di ujung konidior tempat fialid nempel, fialid tersusun secara radial di sekitar vesikel dan konidia bulat.</p>	Aspergillus
b. AC-V B	 <p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis yang berumur 5 hari, warna koloni hijau lumut, tekstur koloni bludru, permukaan koloni tidak beraturan dan menyebar, gambar b mikroskopis hifa bersekat, konidia membentuk rantai.</p>	Pencillium
7. <i>Adiantum capillus-veneris</i> (Isolat Fungi PS)			
a. PS A	 <p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis berumur 5 hari, warna permukaan koloni putih ke abu-abuan, tekstur koloni seperti kapas, permukaan koloni tidak beraturan dan menyebar, gambar b mikroskopis memiliki ciri hifa</p>	Fusarium

Kode	Gambar	Ciri-ciri	Genus
		bersekat, konidia berbentuk pisau/gelombang (sabit).	
b. PS B	<p>a) makroskopis, b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis berumur 5 hari, warna permukaan koloni putih dengan bagian tengah coklat muda, bentuk permukaan koloni bulat tidak beraturan, tekstur koloni seperti kapas, pertumbuhan koloni menyebar, gambar b mikroskopis, memiliki ciri konidia berbentuk seperti bulan sabit, terdiri dari beberapa septa, hifa bersekat.</p>	Fusarium
c. PS C	<p>a) makroskopis b) mikroskopis (panah 1 konidia, panah 2 vesikel, panah 3 konidiofor)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis berumur 5 hari, warna koloni coklat ke abuabuan, tekstur koloni berbulu seperti kapas, permukaan koloni tidak beraturan dan menyebar, gambar b mikroskopis memiliki ciri konidiofor tangkai tegak, konidia seperti rantai (bola-bola) kecil di ujung fialid, fialid tersusun disekitar vesikel.</p>	Aspergillus
d. PS D	<p>a) mikroskopis b) makroskopis (panah 1 spora, panah 2 vesikel, panah 3 konidiofor)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis berumur 5 hari, warna koloni putih ke abuabuan, tekstur koloni seperti kapas, permukaan koloni bulat tidak beraturan dan menyebar, gambar b mikroskopis memiliki ciri konidiofor tangkai tegak, konidia muncul seperti rantai-rantai (bolabola) kecil di ujung fialid, fialid tersusun disekitar vesikel, vesikal struktur seperti bola di ujung konidiofor, tempat konidia terbentuk.</p>	Aspergillus
e. PS E	<p>a) makroskopis b) mikroskopis</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis berumur 5 hari, warna koloni putih bersih, tekstur koloni seperti kapas dan padat, permukaan koloni bulat dan menyebar, gambar b memiliki ciri makroknidia berbentuk seperti perahu,</p>	Fusarium

Kode	Gambar	Ciri-ciri	Genus
	(panah 1 konidia, panah 2 hifa)	konidia terlihat dalam kelompok, hifa bersekat.	
f. PS F	 <p>a) mikroskopis b) makroskopis (panah 1 konidia, panah 2 hifa)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis berumur 5 hari, warna koloni putih, tekstur koloni halus seperti kapas, permukaan koloni bulat dan menyebar, gambar b mikroskopis, memiliki ciri makroknidia tersusun berbentuk seperti bulan sabit, fialid berasal dari sel berbentuk botol (<i>phialide</i>) hifa bersekat.</p>	Fusarium
g. PS G	 <p>a) makroskopis b) mikroskopis (gambar 1 konidia, panah 2 konidiofor)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis berumur 5 hari, memiliki warna abu-abu kehitaman, tekstur koloni seperti kapas (bulu halus), permukaan koloni bulat dan menyebar, gambar b mikroskopis memiliki ciri hifa bersekat, konidiofor tegak lurus, vesikel bulat di ujung konidiofor, konidia bulat.</p>	Aspergillus
h. PS H	 <p>a) mikroskopis b) makroskopis (panah 1 konidia, panah 2 vesikel, panah 3 konidiofor)</p>	<p>Gambar a merupakan makroskopis berumur 5 hari, memiliki warna putih sedikit abu-abu, tekstur koloni seperti kapas, permukaan koloni bulat dan menyebar Gambar b mikroskopis memiliki ciri konidiofor tangkai tegak, konidia muncul seperti rantai-rantai (bolabola) kecil di ujung fialid, fialid tersusun disekitar vesikel, vesikal struktur seperti bola di ujung konidiofor, tempat konidia terbentuk.</p>	Aspergillus

Berdasarkan Tabel 1. Fungi endofit yang berhasil diisolasi dan dimurnikan dari daun paku (pteridophyta) berjumlah 27 dengan memiliki karakter morfologi yang berbeda-beda. 27 sampel yang di dapatkan di beri kode: PB, AR, PA, PK, PC, AC-V, PS karakteristik fungi yang berbeda menunjukkan keanekaragaman fungi endofit dari tumbuhan inang daun paku.



Hasil jumlah temuan fungi endofit pada daun tumbuhan paku dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Jumlah Teman Fungi Endofit

No	Genus	Total Spesies Fungi
1.	Aspergillus	11
2.	Fusarium	9
3.	Trichoderma	2
4.	Culvularia	2
5.	Trichophyton	1
6.	Saccharomyces	1
7.	Pencillium	1

Berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat dari hasil isolasi dan identifikasi fungi endofit yang telah dilakukan di laboratorium memiliki genus yang bermacam, terdapat 7 genus dan memiliki ciri yang berbeda diantaranya: Aspergillus, Fusarium, Trichoderma, Culvularia, Trichophyton, Saccharomyces, dan Pencillium.

Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengisolasi beberapa jenis fungi endofit dari daun tumbuhan paku (Pteridophyta) yang diperoleh dari kawasan Coban Curah Watu. Hasil isolasi menunjukkan adanya variasi morfologi koloni fungi yang tumbuh pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Variasi tersebut mencakup perbedaan warna koloni, tekstur, serta bentuk tepi koloni. Perbedaan karakter morfologi tersebut mengindikasikan bahwa setiap isolat memiliki identitas yang berbeda dan berpotensi mewakili genus atau spesies yang bervariasi.

Menurut Strobel & Daisy (2020), perbedaan karakteristik koloni merupakan salah satu dasar dalam identifikasi awal fungi endofit sebelum dilakukan analisis molekuler lebih lanjut. Hal ini karena sifat morfologi seringkali merepresentasikan perbedaan genetik antar isolat. Selain itu, keberadaan fungi endofit dalam tumbuhan paku memperkuat bukti bahwa endofit tidak hanya ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi (Suryanarayanan, 2013), tetapi juga dapat hidup bersimbiosis dengan paku-pakuan yang termasuk ke dalam kelompok tumbuhan purba.

Keberhasilan isolasi fungi endofit dari tumbuhan paku di Coban Curah Watu juga mengindikasikan bahwa lingkungan yang lembap, teduh, dan kaya keanekaragaman hayati merupakan habitat yang mendukung pertumbuhan dan keberagaman endofit (Arnold, 2021). Fungi endofit mampu bertahan hidup di jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit, bahkan beberapa di antaranya dapat menghasilkan metabolit sekunder yang bermanfaat, seperti antibiotik, antijamur, maupun senyawa bioaktif lain.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari isolasi yang dilakukan terhadap sampel daun tumbuhan paku di kawasan Coban Curah Watu, berhasil diperoleh beberapa jenis fungi endofit dengan karakter morfologi yang beragam. Perbedaan koloni, tekstur, warna, dan bentuk hifa menjadi indikator utama dalam proses identifikasi awal. Variasi ini menunjukkan bahwa lingkungan Coban Curah Watu yang lembap, sejuk, dan kaya vegetasi sangat mendukung keberadaan fungi endofit yang berasosiasi dengan tumbuhan



paku, di air terjun coban curah watu di temukan sebanyak 7 sampel tumbuhan paku yang mendominasi, dan dari 7 sampel tersebut berhasil di isolasi dengan total 27 isolat fungi yang diberi kode yaitu, *Pteris enformis* (PB), *Ptiyrogramma calomenalos* (AR), *Pteris biaurifa* (PA), *Adiantum lunulatum* (PK), *Pteris khasiana* Subsp Faureri (PC), *Pteris vittata* (AC-V), *Adiantum capillus-Veneris* (PS).

Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan paku di Coban Curah Watu memiliki keanekaragaman fungi endofit yang tinggi dengan 27 isolat dari 7 genus berbeda. Dominasi divisi Ascomycota (100%) pada semua isolat sejalan dengan penelitian Rodriguez *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa Ascomycota merupakan kelompok fungi endofit yang paling umum ditemukan pada berbagai tanaman inang, termasuk pteridophyta. Hal ini disebabkan oleh kemampuan adaptasi Ascomycota yang superior dalam berbagai kondisi lingkungan dan kemampuannya dalam membentuk struktur reproduksi yang efisien (Promputtha *et al.*, 2007).

Genus *Aspergillus* yang mendominasi merupakan temuan yang konsisten dengan penelitian Suryanarayanan *et al.* (2003) pada tumbuhan paku tropis. *Aspergillus* dikenal memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi dan dapat menghasilkan berbagai metabolit sekunder yang bermanfaat bagi tanaman inang, seperti senyawa antifungal dan antibakteri yang membantu perlindungan tanaman dari patogen (Varga *et al.*, 2007). Keberadaan *Aspergillus* yang tinggi juga mengindikasikan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan fungi saprofit fakultatif yang dapat beralih menjadi endofit.

Genus *Aspergillus* yang mendominasi merupakan temuan yang konsisten dengan penelitian Suryanarayanan *et al.* (2003) pada tumbuhan paku tropis. *Aspergillus* dikenal memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi dan dapat menghasilkan berbagai metabolit sekunder yang bermanfaat bagi tanaman inang, seperti senyawa antifungal dan antibakteri yang membantu perlindungan tanaman dari patogen (Varga *et al.*, 2007). Keberadaan *Aspergillus* yang tinggi juga mengindikasikan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan fungi saprofit fakultatif yang dapat beralih menjadi endofit.

Genus *Fusarium* juga menunjukkan prevalensi yang tinggi, yang sesuai dengan penelitian Wellman (2019) bahwa *Fusarium* merupakan endofit umum pada pteridophyta. Meskipun beberapa spesies *Fusarium* dikenal sebagai patogen tanaman, keberadaannya sebagai endofit menunjukkan hubungan mutualisme yang kompleks dengan tanaman inang (Leslie & Summerell, 2014). *Fusarium* endofit dapat berperan dalam peningkatan ketahanan tanaman terhadap stres biotik dan abiotik melalui produksi hormon pertumbuhan dan senyawa bioaktif (Kazan *et al.*, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian identifikasi fungi endofit pada tumbuhan paku yang dilakukan di laboratorium UNU Terpadu diperoleh 27 spesies fungi. spesies yang paling banyak yaitu *aspergillus* dengan jumlah individu sebanyak 11. Dan spesies yang paling sedikit yaitu *trichophyton*, *saccharomyces meyen*, *penicillium* dengan jumlah individu 1 spesies.



Selain itu data ini bisa dikembangkan menjadi bahan ajar dan bisa di manfaatkan potensi lokal, atau potensi daerah, dalam dunia pendidikan sangatlah penting, terutama dalam hal meningkatkan lingkungan belajar. Salah satu jenis perangkat pembelajaran yang digunakan adalah lembar kerja peserta didik (LKPD), yang dapat memberikan panduan di dalam kelas dan membantu peserta didik memahami materi melalui kegiatan yang memberikan pengalaman yang membekas dengan materi pembelajaran terkait (Anisa, 2017). Hal ini didukung oleh St. Syamsudduha & Rapi, (2012) yang menekankan bahwa ada hubungan antara lingkungan dan biologi karena dalam kelas biologi, Pendidikan lingkungan diperlukan. Jenis pengajaran ini dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan siswa dan guru dengan menggunakan lingkungan sebagai alat pengajaran. Pendekatan ini mengansumsikan bahwa peserta didik jika sesuatu yang akan dipelajari di ambil dari lingkungan, apa yang dipelajari berhubungan dengan kehidupan dan berguna bagi lingkungan.

Kejelasan sasaran materi setiap peserta didik pada tingkat SMA mempunyai ciri ciri belajar yang unik, keterampilan emosional, intelektual, dan fisik siswa berkembang seiring dengan pertumbuhan dan kedewasaan mereka. Dengan perkembangan kemampuan siswa SMA menjadi mahir dalam berpikir kritis dan memecahkan masalah, sehingga memungkinkan mereka mengatasi tantangan yang diberikan oleh pendidik. Dalam hal tersebut pendidik dapat memanfaatkan sumber belajar untuk meningkatkan kemandirian dan keaktifan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran menurut Mariyanti *et al.*, (2022) menyatakan bahwa sistem Pendidikan saat ini tidak melibatkan peserta didik secara efektif dalam proses pembelajaran, sehinga menghasilkan hasil yang tidak efisien. Peserta didik tampak tidak terlibat dan tampak tidak memahami materi secara mendalam, sehingga mengakibatkan kurangnya motivasi dan relafansi dalam pengalaman belajarnya.

Keekaragaman hayati mencakup berbagai topik yang dibahas dalam kurikulum merdeka biologi SMA kelas X, termasuk keanekaragaman hayati serta peranannya, dan pengembangan klasifikasi organisme hidup. Melalui tujuan pembelajaran yang jelas, penelitian ini berhasil memenuhi tujuan keanekaragaman hayati dengan focus pada kajian sebaran flora dan fauna di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemahaman peserta didik SMA kelas X dan meingkatkan kemampuan berpikir kritis Ketika menghadapi konsep yang belum dipahami.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa isolasi dan identifikasi fungi endofit pada daun tumbuhan paku yang tumbuh di kawasan Coban Curah Watu berhasil menemukan berbagai jenis fungi endofit yang memiliki karakteristik morfologis berbeda, baik secara makroskopis maupun mikroskopis. Fungi-fungi endofit yang ditemukan memiliki potensi biologis yang tinggi karena kemampuannya dalam



menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang bermanfaat, seperti antibakteri dan antijamur, tanpa merugikan tanaman inangnya. Keberadaan fungi endofit ini tidak hanya penting dalam konteks biologi dan ekologi, tetapi juga memiliki potensi besar sebagai bahan ajar kontekstual dalam pembelajaran Biologi SMA, khususnya pada materi fungi kelas X. Dengan mengangkat potensi lokal sebagai sumber belajar, hasil penelitian ini dapat memperkaya bahan ajar dan mendorong penerapan kurikulum merdeka yang relevan dengan lingkungan sekitar peserta didik. Selain itu, penyajian hasil dalam bentuk media visual seperti poster terbukti meningkatkan ketertarikan dan pemahaman siswa terhadap materi, sehingga mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan bermakna

Saran

Saran sebagai berikut: (1) Bagi guru Diharapkan dapat mengembangkan bahan ajar berbasis potensi lokal, seperti hasil penelitian ini, agar pembelajaran lebih kontekstual dan menarik bagi siswa. (2) Bagi siswa Lebih aktif dalam mengeksplorasi materi pembelajaran dari lingkungan sekitar sebagai sumber belajar dan Menumbuhkan rasa ingin tahu dan keterlibatan dalam kegiatan pembelajaran berbasis penelitian atau proyek ilmiah. (3) Bagi peneliti selanjutnya, Dapat melanjutkan penelitian ini dengan mengeksplorasi spesies fungi lainnya atau sampai ke antibakterinya.

Ucapan Terima Kasih

Terimah kasih kepada Ibu Uun Rohmawati, S.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan arahan, petunjuk dan motivasi kepada penulis. Kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian yang tidak bisa disebutkan satu persatu karena telah memberikan tenaga, waktu dan pikiran.

Daftar Rujukan

- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1972). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (3rd ed.). Burgess Publishing Company.
- Ceri, B., Lovadi, I., & Linda, R. (2014). *Keanekaragaman Jenis Paku-Pakuan (Pteridophyta) Di Mangrove Muara Sungai Peniti Kecamatan Segedong Kabupaten Pontianak*. *Protobiont*, 3(2), 240–246.
- Dr. Hj. Yani Suryani, M.Si. dkk (2020). Mikologi. JL Raya kuranji No, 42, kuranji, padang Sumatera Barat 2515.
- Gioia, T., Nagel, K. A., Beleggia, R., Fragasso, M., Ficco, D. B., Pieruschka, R., ... & Papa, R. (2020). *Impact of domestication on the phenotypic architecture of durum wheat under contrasting nitrogen fertilization*. *Journal of Experimental Botany*, 71(22), 6998-7015. doi:10.1093/jxb/eraa385.
- Habisukan, U. H., & Armanda, F. (2021). *Effectiveness of methanol extract of jambu air leaves (Syzygium aqueum) on serum blood triglyceride levels of white rats (Rattus norvegicus) hypertension*. *Proceedings of International Education Conference*, 1(1), 191-193.
- JASMINE, K. (2014). *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada*



Nira Tebu, 1–16.

- Kumar, A., Sharma, V., Kaur, R., Thukral, A. K., Bhardwaj, R., & Ahmad, P. (2024). *Endophytic fungi: Taxonomy, isolation, and current applications*. In *Microorganisms in Plant Growth and Development* (pp. 123-145). IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.112733.
- Kurniawati, E., Wisanti, & Rachmadiarti, F. (2016). *Keanekaragaman Pteridophyta di Kawasan Hutan Wisata Air Terjun Girimanik Kabupaten Wonogiri*. *Lentera Bio*, 5(1), 74–78.
- Liu, S., Wang, H., Li, B., Dai, C., Xu, W., Wang, X., ... & Zhang, L. (2024). *Isolation and identification of endophytic fungi from *Alhagi sparsifolia* Shap. and their antibacterial activity*. *Heliyon*, 10(21), e39301. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e39301
- Mousa, W. K., & Raizada, M. N. (2022). *Methods used for the study of endophytic fungi: a review on methodologies and challenges, and associated tips*. *Archives of Microbiology*, 204(12), 1-15. doi:10.1007/s00203-022-03283-0
- Muflihayati, M., & Maulina, F. (2021). *Inventarisasi Penyakit Tanaman Padi Di Sekitar Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh*. *Lumbung*, 20(2), 111–121. <https://doi.org/10.32530/lumbung.v20i2.377>
- Pradani, F. S. C. (2018). *Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Pada *Rhizophora stylosa* Serta Pemanfaatannya Sebagai Book Chapter*. In Digital Repository Universitas Jember (Issue September 2019). <https://repository.unej.ac.id/>
- Pratiwi, N. R. (2025). *Identifikasi fungi endofit asal *Begonia spp.* dan potensinya (sebagai rekomendasi konten pembelajaran pada sub konsep kingdom fungi)*. [Skripsi S1]. Universitas Sultan Ageng
- Rachmawati, R. C., Kaswinarni, F., & Nurwahyunani, A. (2021). *Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) dan Pemanfaatannya di Hutan Nglimut Gonoharjo Kendal*. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2, 680–693.
- Rian Hidayat. (2017). *Uin Syarif Hidayatullah Jakarta Uin Syarif Hidayatullah Jakarta (Issue95)*. http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/33026/1/NITA_FITRIANI-FKIK.pdf
- Raghunandan, B. V., Vaidis, A. B., Nayak, A. S., Zheng, Y., Kumar, A. R. V., Ningaraju, S., ... & Chen, J. (2024). *Isolation and characterization of a newly discovered plant growth-promoting endophytic fungal strain from the genus *Talaromyces**. *Scientific Reports*, 14(1), 4687. doi:10.1038/s41598-024-54687-5
- Sari, D. K., & Wahyuni, S. (2023). *Pengembangan e-modul pembelajaran biologi kelas X SMA berbasis potensi dan kearifan lokal menggunakan aplikasi Canva Design*. *EDUKASI*, 12(2), 145-158.
- Soto-Barajas, M. C., Zabalgogezcoa, I., Gómez-Fuertes, J., González-Blanco, V., & Vázquez-de-Aldana, B. R. (2024). *Molecular identification and pathogenicity of endophytic fungi from corn ears*. *Scientific Reports*, 14(1), 16428. doi:10.1038/s41598-024-68428-1
- Widiyanto, P. (2020). *Modul pembelajaran biologi SMA kelas X: jamur*. *Repositori Institusi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*. Retrieved from <https://repositori.kemdikbud.go.id/22062/>