



Research Article

OPEN ACCESS

Isolation and Antibacterial Testing of Endophytic Fungi on Turmeric Rhizomes (*Curcuma longa* sp) as a Potential Learning Resource for Fungi Concept Material for Class X SMA

Isolasi dan Uji Antibakteri Fungi Endofit pada Rimpang Kunyit (*Curcuma longa* sp) sebagai Potensi Sumber Belajar Materi Konsep Fungi Kelas X SMA

Waraswati^{1*}, Uun Rohmawati², Endik Deni Nugroho³

^{1,2,3} Pendidikan Biologi/Fakultas Ilmu Pendidikan/Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author: rohise04@gmail.com

Article Information

Submitted: 29 – 10 – 2025
Accepted: 23 – 11 – 2025
Published: 01-12-2025

ABSTRACT

Turmeric (*Curcuma longa*) is a rhizomatous plant that harbors endophytic fungi capable of producing secondary metabolites with antibacterial potential. This study aimed to isolate, characterize, and evaluate the antibacterial activity of endophytic fungi from white, yellow, and black turmeric rhizomes collected from three regions in Pasuruan Regency. An exploratory descriptive method was applied using qualitative and quantitative approaches. Isolation was conducted through surface sterilization and cultivation on *Potato Dextrose Agar* (PDA), followed by macroscopic and microscopic identification. A total of 24 endophytic fungal isolates were obtained, representing 10 genera: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Cladophialophora*, *Absidia*, *Trichoderma*, *Myrothecium*, *Cylindrocarpon*, and *Mortierella*. Antibacterial testing by disk diffusion revealed that isolate KHu2-E (*Acremonium*) showed the strongest inhibition against *Escherichia coli* (21 mm), while KKu3-R (*Myrothecium*) exhibited the highest inhibition against *Staphylococcus aureus* (12 mm). Overall, *E. coli* was more sensitive to fungal metabolites than *S. aureus*. These findings confirm the potential of turmeric-associated endophytic fungi as natural antibacterial agents and highlight their relevance as contextual learning resources in Biology, particularly for teaching fungal concepts at the senior high school level.

Keywords: Endophytic Fungi, Turmeric Rhizome, Antibacterial, Inhibition Zone, Learning Resource.

Publisher

Biology Education
Department
Universitas Nahdlatul Ulama
Pasuruan, Indonesia

How to Cite

Waraswati., Rohmawati U., & Nugroho E D. (2025). Isolasi Dan Uji Antibakteri Fungi Endofit Pada Rimpang Kunyit (*Curcuma longa* sp) Sebagai Potensi Sumber Belajar Materi Konsep Fungi Kelas X SMA. *Bromopedia Jurnal Eksplorasi Pendidikan Biologi*, 1(2):146-161.



Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan tingkat keanekaragaman hayati tertinggi di dunia, termasuk kekayaan tanaman obat yang dimanfaatkan secara tradisional maupun modern. Salah satu tanaman obat yang banyak digunakan adalah kunyit (*Curcuma longa* L.) yang terdiri atas beberapa varietas, yaitu kunyit kuning (*Curcuma longa*), kunyit putih (*Curcuma zedoaria*), dan kunyit hitam (*Curcuma caesia*). Kunyit mengandung senyawa bioaktif seperti kurkumin, flavonoid, alkaloid, dan minyak atsiri yang memiliki aktivitas biologis sebagai antioksidan, antiinflamasi, antikanker, dan antibakteri (Rahmani *et al.*, 2023; Azizah & Marwiyah, 2022). Potensi ini menjadikan kunyit tidak hanya bernilai ekonomi, tetapi juga strategis dalam pengembangan obat herbal dan inovasi bioteknologi.

Selain menghasilkan metabolit sekunder dari jaringan tanaman, rimpang kunyit juga merupakan habitat bagi fungi endofit. Fungi endofit adalah mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan penyakit dan bahkan berkontribusi melindungi tanaman dari patogen. Fungi endofit mampu menghasilkan metabolit sekunder dengan aktivitas antibakteri, antifungi, antioksidan, hingga antikanker (Hardoim *et al.*, 2015). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa fungi endofit yang diisolasi dari kunyit mampu menghasilkan senyawa kurkumin dan senyawa bioaktif lain dengan aktivitas antimikroba (Sontsa-Donhoung *et al.*, 2022; Harahap *et al.*, 2021; Wahyudi *et al.*, 2021). Namun, studi mengenai diversitas fungi endofit pada kunyit di Pulau Jawa, khususnya di Pasuruan, masih sangat terbatas.

Penelitian terhadap fungi endofit kunyit penting dilakukan sebagai upaya menemukan agen antibakteri alami baru yang berpotensi menggantikan antibiotik sintetis. Urgensi penelitian ini semakin besar dengan adanya ancaman resistensi antibiotik yang terus meningkat, sehingga diperlukan eksplorasi sumber daya hayati lokal yang berpotensi menghasilkan senyawa antibakteri baru. Selain itu, pemanfaatan fungi endofit lebih efisien dibandingkan tanaman inangnya karena jamur dapat memperbanyak diri dengan cepat dan menghasilkan metabolit dalam jumlah lebih besar (Bharathidasan, 2011).

Penelitian ini meliputi isolasi dan karakterisasi morfologi fungi endofit dari rimpang kunyit putih, kuning, dan hitam yang berasal dari tiga wilayah di Kabupaten Pasuruan, serta uji antibakteri terhadap *Escherichia coli* (Gram negatif) dan *Staphylococcus aureus* (Gram positif). Hasil penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi pada bidang farmasi dan mikrobiologi, tetapi juga memiliki implikasi dalam pembelajaran biologi.

Dalam pendidikan, pembelajaran biologi pada konsep fungi di SMA seringkali bersifat teoretis, terbatas pada buku teks, dan jarang dikaitkan dengan potensi lokal. Kondisi ini menyebabkan siswa kesulitan memahami peran fungi secara nyata dalam kehidupan (Lubis *et al.*, 2017; Kurniawati, 2019). Hasil penelitian ini dapat dijadikan sumber belajar kontekstual berbasis potensi lokal yang sesuai dengan kurikulum



merdeka, sehingga siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih aplikatif. Dengan mengintegrasikan penelitian fungi endofit kunyit ke dalam pembelajaran, siswa dapat memahami konsep fungi tidak hanya dari aspek teori, tetapi juga aplikasinya dalam kehidupan, seperti pemanfaatan fungi sebagai agen antibakteri alami. Hal ini menjadi solusi bagi rendahnya minat dan miskonsepsi siswa pada materi fungi, sekaligus mendukung tujuan pembelajaran biologi yang bermakna dan relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai jenis fungi endofit yang terdapat pada rimpang kunyit, menganalisis karakteristik morfologi serta mikroskopis dari isolat yang diperoleh, dan menguji aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus* serta *Escherichia coli*. Selain itu, penelitian ini juga ditujukan untuk mengeksplorasi potensi pemanfaatan fungi endofit pada rimpang kunyit sebagai sumber belajar kontekstual pada materi konsep fungi di kelas X SMA.

Material Dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari–Maret 2025 di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan. Pengambilan sampel berupa rimpang kunyit segar yang diambil dari tiga wilayah berbeda di Kabupaten Pasuruan, yaitu Kecamatan Purwosari, Wonorejo, dan Lekok. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan memilih rimpang kunyit yang sehat, segar, dan bebas dari gejala penyakit.

Alat dan Bahan

Adapun alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain *Laminar air flow*, autoklaf, cawan petri, plastik, erlenmeyer, gelas ukur, *scapel*, pinset, *beaker glass*, bunsen, kertas label, bulpoin, plastik wrap, mikropipet, *blue tip*, tusuk gigi steril, *cotton bud*, *object glass*, *cover glass*, kertas saring, pipet, mikroskop, optilab, botol jar, *centrifuge*, tabung *centrifuge*, dan *cotton swab*.

Di antara bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rimpang kunyit segar, Media *Potato Dextrose Agar* (PDA), Media *Tryptic Soy Agar* (TSA), Media *Potato Dextrose borth* (PDB), Media *Nutrient Agar* (NA) alkohol 70%, larutan hipoklorit (NaOCl) 1%, aquades steril, aquades, pewarna *lactophenol cotton blue*, etil asetat, DMSO 1%, bakteri *Staphylococcus aureus*, bakteri *Escherichia coli*, media *Nutrient Broth* (NB).

Isolasi Fungi Endofit Dari Rimpang Kunyit

Fungi endofit di awali dengan melakukan sterilisasi permukaan pada sampel, yaitu rimpang kunyit. Sampel dibersihkan terlebih dahulu menggunakan air mengalir selama 3 menit untuk menghilangkan kotoran. Setelah itu sampel ditiriskan dan rimpang



dipotong dan ditimbang sebanyak 1 gram. Tiap satu gram kunyit ini disebut dengan sampel. Potongan sampel kemudian direndam dalam etanol 70% selama 2 menit, lalu dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan natrium hipoklorit 5,3% selama 5 menit, dan terakhir direndam kembali dalam etanol 70% selama 1 menit, Setelah itu dibilas dengan aquades steril ± 1 menit di Ulang 2 kali, kemudian inkubasi selama 5-7 hari (Ungusari, 2015).

Identifikasi Isolat Fungi Endofit

Identifikasi berdasarkan ciri-ciri baik secara makroskopis maupun mikroskopis, pengamatan ciri-ciri ini dengan cara langsung melihat warna permukaan, warna permukaan sebaliknya, bentuk permukaan, dan tepi koloni fungi endofit. Sedangkan pengamatan ciri-ciri mikroskopis dengan cara melihat bentuk konidia, hifa, dan letak konidiofor fungi endofit menggunakan mikroskop. Hasil pengamatan Identifikasi dicocokkan dengan menggunakan buku kunci identifikasi oleh H.L. Barnet dan Barry B. Hunter (1972).

Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi cakram. Pengujian ini mengacu pada Wahdaningsih *et al* (2014) dengan beberapa modifikasi, dimulai dengan menginokulasi suspensi bakteri uji pada permukaan media agar menggunakan cotton swab steril, cotton swab di celupkan ke dalam suspensi bakteri yang telah disamakan kekeruhannya dengan standar *Mc Farland* kemudian dioleskan pada cawan petri yang berisi media agar yang telah memadat dan biarkan mongering selama beberapa menit (3-5 menit). Kemudian cakram kertas yang berukuran 6 mm diteteskan ekstrak uji. Cakram kertas di tempelkan diatas permukaan media menggunakan pinset sesuai dengan posisi yang diinginkan kontrol positif yang digunakan adalah kloramfenikol kemudian kontrol negatif yang digunakan adalah DMSO 1%. Kemudian cawan petri di inkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C dalam incubator. Setelah diinkubasi zona hambatan yang terbentuk diamati dan diukur dengan melihat daerah bening disekitar cakram yang menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri (Rizki *et al.*, 2021)

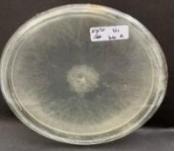
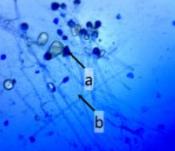
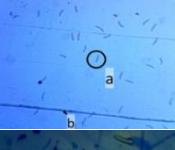
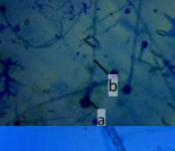
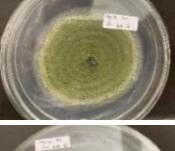
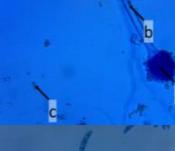
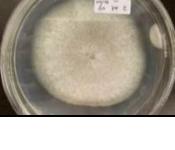
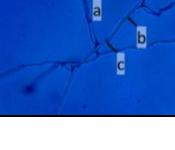
Data yang diperoleh berupa deskripsi morfologi makroskopis dan mikroskopis isolat fungi endofit, diameter zona hambat uji antibakteri, serta hasil wawancara dan observasi di sekolah. Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif untuk menguraikan karakteristik isolat fungi endofit dan data wawancara, serta secara kuantitatif untuk menganalisis zona hambat antibakteri yang dihasilkan oleh masing-masing isolat. Hasil analisis digunakan untuk menggambarkan diversitas fungi endofit pada rimpang kunyit, potensinya sebagai agen antibakteri alami, serta relevansinya dalam pengembangan sumber belajar biologi berbasis potensi lokal.



Hasil Penelitian

Hasil isolasi dari rimpang kunyit (*Curcuma longa* sp) yang dilakukan dalam penelitian ini menunjukkan keberagaman yang cukup tinggi. Dari keseluruhan sampel yang diambil dari 3 jenis kunyit (kunyit hitam, kuning, dan putih) diperoleh sebanyak 24 isolat fungi endofit. Isolat tersebut dapat dikelompokkan kedalam 10 genus, yaitu *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Cladophiaophora*, *Absida*, *Trichoderma*, *Myrothecium*, *Cylindrocarpon*, *Mortierella*. Dari 10 genus ini termasuk ke dalam kelompok fungi endofit. Hal ini menunjukkan bahwa rimpang kunyit merupakan habitat yang mendukung pertumbuhan beragam fungi endofit yang diduga berperan dalam metabolism sekunder tanaman termasuk produksi senyawa antibakteri.

Tabel 1. Hasil Fungi Endofit pada Rimpang Kunyit secara Makroskopis dan Mikroskopis

No	Kode Isolat	Gambar	Keterangan bagian mikroskopis	Genus	
		Makroskopis	Mikroskopis		
1	KHu1-A			a. konidia b. konidiofor	<i>Aspergillus</i>
2	KHu1-S			a. konidia b. hifa	<i>Cladosporium</i>
3	KHu1-T			a. makronidia b. hifa	<i>Fusarium</i>
4	KHu2-B			a. konidia b. konidiofor	<i>Aspergillus</i>
5	KHu2-C			a. konidia b. konidiofor c. spora	<i>Aspergillus</i>
6	KHu2-D			a. makronidia b. sekat (septa)	<i>Fusarium</i>
7	KHu2-E			a. konidia b. hifa c. sekat (septa)	<i>Acremonium</i>



No	Kode Isolat	Gambar		Keterangan bagian mikroskopis	Genus
		Makroskopis	Mikroskopis		
8	KHu3-F			a. konidia b. konidiofor c. hifa d. sekat (septa)	<i>Trichoderma</i>
9	KHu3-G			a. konidia b. konidiofor	<i>Aspergillus</i>
10	KKu1-H			a. konidia b. hifa c. sekat (septa)	<i>Cylindrocarpon</i>
11	KKu1-J			a. konidia b. konidiofor c. hifa d. sekat (septa)	<i>Trichoderma</i>
12	KKu1-K			a. konidia b. hifa c. sekat (septa)	<i>Cladophialophora</i>
13	KKu1-L			a. konidia b. konidiofor	<i>Aspergillus</i>
14	KKu2-M			a. konidia b. hifa c. sekat (septa)	<i>Acremonium</i>
15	KKu2-O			a. makronidia b. hifa	<i>Fusarium</i>
16	KKu3-P			a. konidia b. hifa	<i>Cladophialophora</i>
17	KKu3-Q			a. konidia b. hifa c. sekat (septa)	<i>Acremonium</i>
18	KKu3-R			a. konidia b. konidiofor	<i>Myrothecium</i>



No	Kode Isolat	Gambar		Keterangan bagian mikroskopis	Genus
		Makroskopis	Mikroskopis		
19	KPu1-U			a. konidia b. konidiofor c. hifa	<i>Cylindrocarpon</i>
20	KPu1-V			a. konidia b. spora c. hifa d. sekat (septa)	<i>Cladophialophora</i>
21	KPu2-W			a. konidia b. konidiofor c. hifa d. sekat (septa)	<i>Arcemonium</i>
22	KPu2-X			a. sporangium b. sporangiofor c. hifa	<i>Absidia</i>
23	KPu3-Y			a. sporangium b. sporangiofor c. hifa	<i>Mortierella</i>
24	KPu3-Z			a. konidia b. konidiofor c. hifa d. sekat (septa)	<i>Cylindrocarpon</i>

Keterangan : kode isolat : KHu1: kunyit hitam ulangan 1, KHu2: kunyit hitam ulangan 2, KHu3: kunyit hitam ulangan 3. KKu1: kunyit kuning ulangan 1, KKu2: kumyit kuning ulangan 2, KKu3: kunyit kuning ulangan 3. Dan KPu1: kunyit putih ulangan 1, KPu2: kunyit putih ulangan 2, KPu3: kunyit putih ulangan 3.

Tabel 2. Karakterisasi secara Makroskopis dan Mikroskopis

Kode isolate	Karakteristik		Genus
	Makroskopis	Mikroskopis	
KHu1-A	Warna koloni Putih, bentuk bulat menyebar, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat, hialin, Konidiofor panjang tampak tegak, konidia bulat.	<i>Aspergillus</i>
KHu1-S	Warna koloni Putih, bentuk bulat tidak beraturan, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat, Konidiofor bercabang, konidia berbentuk elips dengan membentuk rantai.	<i>Cladosporium</i>
KHu1-T	Warna koloni Putih, bentuk bulat tidak beraturan, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa tidak bersekat. Makronidia melengkung diujungnya runcing, mikrokonidia berbentuk lonjong	<i>Fusarium</i>
KHu2-B	Warna koloni Hijau, bentuk konsentrik, tipe kasar tebal seperti bubuk/ serbuk.	Hifa bersekat, Konidiofor panjang tampak tegak, tidak bercabang, konidia berbentuk bulat berwarna hitam.	<i>Aspergillus</i>



Kode isolate	Karakteristik	Genus	
	Makroskopis	Mikroskopis	
KHu2-C	Warna koloni Hijau, bentuk konsentrik, tipe kasar tebal seperti bubuk/ serbuk.	Hifa tidak bersekat, Konidiofor tidak bersekat, konidia berbentuk bulat dan tersusun radial disekitar vesikel, dan konidia tersebar di sekitar konidiofor. Hifa bersekat, Makronidia melengkung diujungnya runcing, sebagian besar memiliki 4 septa, mikrokonidia berbentuk lonjong Hifa bersekat, bercabang, Konidiofor bersekat, bercabang. Konidia berbentuk bulat.	<i>Aspergillus</i> <i>Fusarium</i> <i>Acremonium</i>
KHu2-D	Warna koloni Putih, bentuk bulat, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat, Konidiofor bersekat, bercabang. Konidia agak lonjong.	
KHu2-E	Warna koloni Putih, bentuk bulat, tipe halus tipis seperti kapas.	Hifa bersekat, bercabang, Konidiofor bersekat, bercabang. Konidia berbentuk bulat.	
KHu3-F	Warna koloni Putih, bentuk rhizoid, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat, Konidiofor bersekat, bercabang. Konidia agak lonjong.	<i>Trichoderma</i>
KHu3-G	Warna koloni Putih, bentuk bulat, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa tidak bersekat, Konidiofor panjang, tegak, tidak bercabang. Konidia berbentuk bulat berwarna gelap.	<i>Aspergillus</i>
KKu1-H	Warna koloni Bagian dalam putih, bagian luar hitam, bentuk filifrom, halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat, hialin, Konidia berbentuk silindris, ujung membulat/agak meruncing	<i>Cylindrocarpon</i>
KKu1-j	Warna koloni tengah orange, bagian luar putih, bulat, tipe koloni halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat, Konidiofor bercabang. Di ujung konidiofor berbentuk seperti berantai/menggumpal.	<i>Trichoderma</i>
KKu1-K	Warna koloni Putih, bentuk bulat, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat, hyalin, bercabang, Konidia oval memanjang seperti rantai, konidia terbentuk dari hasil segmentasi hifa.	<i>Cladophialophora</i>
KKu1-L	Warna koloni Putih, bentuk bulat tidak beraturan, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa tidak bersekat, Konidiofor panjang tegak, tidak bercabang. Konidia berbentuk bulat berwarna gelap.	<i>Aspergillus</i>
KKu2-M	Warna koloni Putih, bentuk bulat, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat, Konidiofor bersekat, bercabang, berbentuk tegak dan ramping. Konidia berbentuk bulat berwarna gelap.	<i>Acremonium</i>
KKu2-O	Warna koloni Putih, bentuk bulat, tipe halus tipis seperti kapas.	Hifa bersekat, Makronidia melengkung diujungnya runcing, mikrokonidia berbentuk lonjong.	<i>Fusarium</i>
KKu3-P	Warna koloni Putih, bentuk bulat, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat. Hislin, bercabang, Konidia terbuka, berbentuk oval memanjang seperti rantai.	<i>Cladophialophora</i>
KKu3-Q	Warna koloni Bagian tengah cream, bagian luar putih, bentuk filifrom, halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat, Konidiofor bersekat, bercabang. Konidia berbentuk bulat berwarna gelap.	<i>Acremonium</i>
KKu3-R	Warna koloni Bagian tengah hitam, bagian luar putih, bentuk bulat, halus tebal seperti kapas.	Hifa tidak bersekat, Konidiofor pendek, konidia terbuka berbentuk oval dan berkumpul.	<i>Myrothecium</i>



Kode isolate	Karakteristik		Genus
	Makroskopis	Mikroskopis	
KPu1-U	Warna koloni Putih, menyebar , tipe halus tipis seperti kapas.	Hifa bersekat, hialin, Konidia berbentuk silindris, ujung membulat/agak meruncing.	<i>Cylindrocarpon</i>
KPu1-V	Warna koloni Putih, bentuk bulat tidak beraturan, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat, hialin, bercabang, Konidia terbuka, berbentuk oval memanjang seperti rantai.	<i>Cladophialophora</i>
KPu2-W	Warna koloni Putih, bentuk bulat, tipe halus tebal seperti kapas.	Hifa bersekat, Konidiofor bercabang, konidia kecil berbentuk oval/bulat.	<i>Acremonium</i>
KPu2-X	Warna koloni Putih ke abu-abuan, bentuk bulat, halus tipis seperti kapas.	Hifa tidak bersekat, Sporangiofor bercabang, sporangium berbentuk bulat pada ujung sporangiofor.	<i>Absidia</i>
KPu3-Y	Warna koloni Bagian tengah hitam, bagian luar putih, bentuk bulat , halus tebal seperti kapas.	Hifa tidak bersekat, Sporangium berbentuk bulat pada ujung sporangiofor. Sporangiofor panjang, lurus.	<i>Mortierella</i>
KPU3-Z	Warna koloni Putih, bentuk bulat, tipe halus tipis seperti kapas.	Hifa bersekat, Konidia berbentuk silindris, ujung membulat/agak meruncing.	<i>Cylindrocarpon</i>

Tabel 3. Diameter Zona Hambat Fungi Endofit pada Rimpang Kunyit terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*:

Kode Isolat	Genus	Rata-rata zona hambat (mm)	
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Control (+)	-	20 mm	19 mm
Control (-)	-	0	0
KHu1-A	<i>Aspergillus</i>	17 mm	1 mm
KHu1-S	<i>Cladosporium</i>	7 mm	3 mm
KHu1-T	<i>Fusarium</i>	6 mm	4 mm
KHu2-B	<i>Aspergillus</i>	11 mm	0
KHu2-C	<i>Aspergillus</i>	5 mm	2 mm
KHu2-D	<i>Fusarium</i>	1 mm	2 mm
KHu2-E	<i>Acremonium</i>	21 mm	2 mm
KHu3-F	<i>Trichoderma</i>	12 mm	11 mm
KHu3-G	<i>Aspergillus</i>	8 mm	4 mm
KKu1-H	<i>Cylindrocarpon</i>	1 mm	3 mm
KKu1-J	<i>Trichoderma</i>	9 mm	3 mm
KKu1-K	<i>Cladophialophora</i>	5 mm	4 mm
KKu1-L	<i>Aspergillus</i>	1 mm	0
KKu2-M	<i>Acremonium</i>	1 mm	0
KKu2-O	<i>Fusarium</i>	14 mm	9 mm
KKu3-P	<i>Cladophialophora</i>	13 mm	7 mm
KKu3-Q	<i>Acremonium</i>	15 mm	9 mm
KKu3-R	<i>Myrothecium</i>	18 mm	12 mm
KPu1-U	<i>Cylindrocarpon</i>	10 mm	11 mm
KPu1-V	<i>Cladophialophora</i>	2 mm	1 mm
KPu2-W	<i>Acremonium</i>	13 mm	12 mm
KPu2-X	<i>Absidia</i>	6 mm	2 mm
KPu3-Y	<i>Mortierella</i>	8 mm	7 mm
KPu3-Z	<i>Cylindrocarpon</i>	13 mm	9 mm



Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa sebagian besar isolat fungi endofit dari rimpang kunyit mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* (Gram negatif) dengan aktivitas tertinggi ditunjukkan oleh isolat KHu2-E (*Acremonium*) dengan zona hambat 21 mm (sangat kuat). Beberapa isolat lain seperti KKu3-Q (*Acremonium*), KPu2-W (*Acremonium*), KKu3-P (*Cladophialophora*), dan KPu3-Z (*Cylindrocarpon*) juga menunjukkan daya hambat kuat (13–15 mm). Sebaliknya, beberapa isolat seperti KHu2-D (*Fusarium*), KKu1-H (*Cylindrocarpon*), dan KKu2-M (*Acremonium*) hanya menghasilkan zona hambat sangat lemah (± 1 mm). Hal ini mungkin disebabkan oleh rendahnya konsentrasi metabolit bioaktif dalam ekstrak tersebut atau adanya metabolit lain yang tidak memiliki aktivitas terhadap *Escherichia coli*.

Dibandingkan dengan *Escherichia coli*, aktivitas terhadap *Staphylococcus aureus* (Gram positif) umumnya lebih rendah, dengan zona hambat terbesar pada KKu3-R (*Myrothecium*) sebesar 12 mm, diikuti KHu3-F (*Trichoderma*) dan KPu2-W (*Acremonium*) (11–12 mm). Beberapa isolat yang aktif terhadap *E. coli* bahkan tidak menunjukkan aktivitas terhadap *S. aureus*. Perbedaan ini diduga karena struktur dinding sel Gram positif yang lebih tebal sehingga lebih sulit ditembus senyawa aktif dari fungi endofit.

Tabel 4. Hasil Analisis Potensi Sumber Belajar

Hasil penelitian	Potensi sebagai Sumber Belajar
Diperoleh 24 isolat fungi endofit dari 10 genus dengan keragaman morfologi makroskopis dan mikroskopis	Memperkaya pemahaman siswa tentang keanekaragaman fungi dan ciri morfologi pada materi konsep fungi.
Beberapa isolat menunjukkan aktivitas antibakteri signifikan terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	Memberikan contoh nyata peran fungi dalam menghasilkan metabolit bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan.
Relevant dengan Kurikulum Biologi kelas X dan berbasis potensi lokal	Mendukung pembelajaran kontekstual, melatih keterampilan berpikir kritis, serta meningkatkan apresiasi siswa terhadap potensi hayati daerah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolasi, karakterisasi, dan uji antibakteri fungi endofit pada rimpang kunyit tidak hanya menghasilkan temuan ilmiah mengenai keanekaragaman fungi dan aktivitas bioaktifnya, tetapi juga memiliki nilai edukatif yang tinggi. Data tersebut dapat dijadikan sumber belajar kontekstual dalam materi konsep fungi kelas X SMA, sesuai dengan arah Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis penelitian dan potensi lokal. Dengan demikian, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga dapat memahami manfaat fungi dalam kehidupan sehari-hari melalui pendekatan ilmiah dan aplikatif.



Pembahasan

Isolasi fungi endofit dari rimpang kunyit putih, kuning, dan hitam berhasil menunjukkan bahwa tanaman ini merupakan habitat alami bagi mikroorganisme endofitik. Keberhasilan isolasi setelah sterilisasi permukaan menegaskan bahwa koloni yang tumbuh berasal dari dalam jaringan tanaman, bukan dari kontaminasi epifit. Fakta ini sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa hampir seluruh tumbuhan berpembuluh mengandung endofit yang hidup secara laten tanpa menimbulkan gejala penyakit (Strobel & Daisy, 2003). Kondisi fisiologis rimpang kunyit yang kaya metabolit sekunder seperti kurkuminoid dan minyak atsiri juga diduga mendukung kolonisasi fungi tertentu, karena senyawa tersebut dapat berfungsi sebagai sumber karbon maupun sebagai mediator interaksi antara tanaman dan mikroba.

Karakterisasi makroskopis dan mikroskopis berhasil mengidentifikasi 10 genus *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Cladophiaophora*, *Absida*, *Trichoderma*, *Myrothecium*, *Cylindrocarpon*, *Mortierella*.

***Aspergillus*, isolat KHu1-A, KHu2-B, KHu2-C, KHu3-G, KKu1-L**

Karakterisasi secara makroskopis dan mikroskopis dapat di lihat pada tabel 1. Karakteristik ini sesuai dengan deskripsi *Aspergillus* menurut Barnet dan Hunter (1972), yang menyebutkan bahwa genus ini memiliki konidiofor sederhana, vesikula terminal, dan struktur konidia globosa dalam rantai. *Aspergillus* merupakan genus fungi yang sangat umum dan dapat ditemukan diberbagai habitat, termasuk pada tanaman. *Aspergillus* salah satu jenis fungi yang dapat ditemukan pada rimpang kunyit, namun tidak semua jenis kunyit memiliki *Aspergillus*.

***Cladosporium*, isolat KHu1-S**

Secara morfologis, Hasil pengamatan ini sesuai dengan morfologi *Cladosporium* menurut Watanabe (2002), Barnet & Barry (1972) dan Samson *et al.*, (2010) yaitu fungi anggota Genus *Cladosporium* koloni bewarna putih, krem. memiliki konidiofor panjang, gelap, dan percabangan bervariasi pada bagian tengah dan ujungnya, percabangannya biasanya berbentuk rantai sederhana, konidia berwarna gelap, memiliki ramokonida dan *Cladosporium* bersifat parasite pada tanaman tingkat tinggi. *Cladosporium* dinyatakan hidup sebagai fungi endofit yang sering ditemukan dalam jaringan tanaman sehat seperti daun, batang, akar dan rimpang tanpa menimbulkan gejala penyakit. (Pascasarjana, 2014).

***Fusarium*, isolat KHu1-T, KKu2-O dan KHu2-D**

Genus *Fusarium* ini dianggap sebagai anggota genus fungi (Kaul *et al.* 2016). Pengamatan Secara makroskopis dan mikroskopis pada Tabel 1. Hal ini sesuai dengan pengamatan Bassey (1950), Watanabe (1937), Samson *et al.*, (1995), Barnet & Hunter (1997) bahwa Genus *Fusarium* memiliki miselium luas seperti kapas pada medium,



konidiofor ramping dan sederhana atau cukup berisi dan pendek, percabangan tidak beraturan, konidia hialin dan dibedakan menjadi 2 jenis yaitu makrokonidia yang bersel banyak, sedikit melengkung atau bengkok dengan ujung yang runcing, biasanya berbentuk kano dan mikrokonidia bersel 1, memiliki bentuk bulat telur atau lonjong, berdiri atau dalam rantai, multiseluler memiliki fialid.

Myrothecium, isolat KKu3-R

Berdasarkan karakteristik morfologi yang didapat fungi endofit ini termasuk dalam Genus *Myrothecium*. Hal ini sesuai dengan pengamatan Barnett & Hunter (1972) bahwa Genus *Myrothecium* secara makroskopis, koloni tumbuh cepat pada media PDA, berwarna putih hingga cream dengan munculnya titik-titik sporodochia berwarna hijau tua sampai kehitaman yang tersebar di permukaan koloni. Permukaan koloni berbulu halus. Dan secara mikroskopis ditemukan struktur hifa yang hialin dan bersekat, serta sporodochia yang mengandung fialid pendek berbentuk silindris. Konidia tampak hialin, tidak bersepta, berbentuk silindris hingga lonjong, dan terkumpul dalam masa lender berwarna gelap atas sporodochia.

Cladophialophora, isolat KKu1-K, KKu3-P dan KPu1-V

Berdasarkan karakteristik morfologi yang didapat fungi endofit ini termasuk dalam Genus *Cladophialophora*. Hal ini sesuai Berdasarkan identifikasi morfologi menurut Barnett (1972) bahwa secara makroskopis, koloni tumbuh lambat dengan permukaan berwarna coklat tua hingga kehitaman, memiliki tekstur kering dan beludru (velvety), serta tampak pigmen gelap pada bagian balik media. Secara mikroskopis memiliki hifa bersepta, dengan konidia berbentuk lonjong hingga silindris, berdinding tebal, dan tersusun dalam rantai lurus tanpa percabangan. Pola konidia seperti menyerupai susunan “bamboo stick” yang menjadi salah satu ciri diagnostic utama dari *Cladophialophora*.

Mortierella, isolat KPu3-Y

Secara morfologi makroskopis dan mikroskopis menunjukkan ciri khas dari ordo Mucorales. Berdasarkan literatur ilmiah terdahulu, Genus *Mortierella* termasuk ke dalam kelompok fungi endofit, meskipun secara umum juga dikenal sebagai fungi saprofit yang hidup di tanah. Isolate ini menunjukkan karakteristik yang mengarah pada Genus *Mortierella* menurut Barnet dan Hunter (1972). Genus ini dicirikan oleh adanya hifa yang tidak bersekat (septa) dan bening (hialin), serta pertumbuhan miselum yang bercabang dan tidak teratur. Sporangiumnya berbentuk bulat hingga oval, dengan kolumela yang biasanya menonjol jelas. Sporangiophore tumbuh secara tunggal atau bercabang sedikit, berdiri tegak.



***Acremonium*, isolat KHu2-E, KKu2-M, KKu3-Q dan KPu2W**

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis terhadap isolate diperoleh, ciri-ciri menunjukkan kemiripan dengan Genus *Arcemonium* sebagaimana dijelaskan oleh Bunter dan Hunter (1972). Koloni fungi tampak tumbuh secara perlahan, berwarna putih, cream hingga orange. Dan bertekstur halus menyerupai kapas, dengan permukaan yang rata hingga sedikit berkerut. Menurut Sutton (1990) dan Gandjar *et al.* (1999) yaitu fungi yang tergolong ke dalam Genus *Acremonium* konidia oval, konidiofor bercabang, konidia berbentuk elips, berwarna hialin dan fialid terlihat membengkok.

***Cylindrocarpon*, isolat KKu1-H, KPu1-U, dan KKu2-Z**

Karakterisasi hasil pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis ini mengarah pada Genus *Cylindrocarpon*. dapat dilihat pada tabel.1 Ciri-ciri ini sesuai dengan deskripsi *Cylindrocarpon* menurut Barnet dan Hunter (1972) yang menyatakan bahwa konidia Genus ini bersifat hialin, berbentuk silindris dengan beberapa sekat, dan terbentuk dari phialid sederhana. Berdasarkan karakteristik tersebut, isolat ini diduga termasuk dalam Genus *Cylindrocarpon*.

***Trichoderma*, isolat KKu1-J dan KHu3-F**

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis terhadap isolate diperoleh, ciri-ciri menunjukkan kemiripan dengan Genus *Trichoderma* sebagaimana sesuai yang dijelaskan menurut Barnet dan Hunter (1972) yang menyatakan bahwa genus ini memiliki honidiofor hialin dan bercabang, fialid tunggal atau berkelompok, konidia hialin, satu sel, ovoid berwarna putih memiliki pertumbuhan sangat cepat. sedangkan menurut Watanabe (2002) hifa bersekat dan hialin konidia berbentuk bulat, oval atau elips fialid bercabang dan tidak teratur. *Trichoderma* merupakan salah satu agen pengendali hayati yang berpotensi dalam menjaga sistem ketahanan tanaman misalnya dari serangan patogen seperti jamur pathogen (Syaifudin, 2021)

***Absidia*, isolat KPu2-X**

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis terhadap isolate diperoleh, ciri-ciri menunjukkan kemiripan dengan Genus *Absidia* sebagaimana Berdasarkan kesesuaian karakteristik makroskopis dan mikroskopis dengan deskripsi Barnet dan Hunter (1972), maka isoalat ini dapat diduga termasuk dalam Genus Absidia. *Absidia* merupakan salah satu genus fungi dari divisi Zygomycota (sekarang Mucoromycota), yang dalam beberapa kasus telah diidentifikasi sebagai fungi endofit, meskipun secara umum lebih dikenal sebagai fungi saprofit atau bahkan oportunistik patogen pada manusia. Penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa beberapa spesies *Absidia* dapat ditemukan hidup secara endofitik dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit (Atugala & Deshappriya 2015).



Uji Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit pada Rimpang Kunyit

Hasil uji menunjukkan bahwa fungi endofit dari rimpang kunyit (*Curcuma longa*) mampu menghasilkan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Hal ini sejalan dengan pernyataan Fitriarni & Kasiamdari (2018) bahwa fungi endofit merupakan mikroorganisme yang umum ditemukan pada jaringan tumbuhan sehat dan berpotensi menghasilkan senyawa bioaktif, termasuk antibakteri. Berdasarkan hasil pengujian, sebagian besar dari 24 isolat fungi endofit menunjukkan aktivitas penghambatan yang lebih kuat terhadap *Escherichia coli* dibandingkan *Staphylococcus aureus*, sehingga dapat dikatakan bahwa bakteri Gram negatif tersebut lebih peka terhadap metabolit yang dihasilkan. Perbedaan daya hambat ini berkaitan dengan struktur dinding sel bakteri. *Escherichia coli* sebagai Gram negatif memiliki dinding sel berlapis kompleks, sedangkan *Staphylococcus aureus* sebagai Gram positif memiliki struktur lebih sederhana dengan lapisan peptidoglikan tebal. Perbedaan ini memengaruhi mekanisme penetrasi senyawa bioaktif, sehingga beberapa metabolit dari fungi endofit lebih efektif menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* (Sathish *et al.*, 2014; Page *et al.*, 2021; Rohmawati & Kasiamdari, 2022).

Hasil penelitian fungi endofit pada rimpang kunyit berpotensi dijadikan sumber belajar biologi kontekstual di SMA. Data isolasi, karakterisasi, dan uji antibakteri yang diperoleh dapat dimanfaatkan untuk memperkuat pemahaman siswa tentang konsep fungi, tidak hanya sebagai dekomposer, tetapi juga sebagai penghasil metabolit bioaktif yang bermanfaat. Pemanfaatan hasil penelitian ini sebagai bahan ajar sejalan dengan tuntutan kurikulum yang menekankan pembelajaran berbasis potensi lokal dan pendekatan saintifik. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberi kontribusi pada bidang mikrobiologi, tetapi juga menawarkan solusi atas keterbatasan media konvensional di sekolah melalui pengembangan sumber belajar inovatif dan kontekstual (Ungusari, 2015).

Simpulan dan Saran

Penelitian berhasil mengisolasi 24 isolat fungi endofit dari rimpang kunyit putih, kuning, dan hitam yang diperoleh dari tiga wilayah di Kabupaten Pasuruan. Isolat tersebut teridentifikasi ke dalam 10 genus, yaitu *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Cladophialophora*, *Absidia*, *Trichoderma*, *Myrothecium*, *Cylindrocarpon*, dan *Mortierella*. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa sebagian besar isolat lebih efektif menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dibandingkan *Staphylococcus aureus*. Aktivitas antibakteri tertinggi terhadap *Escherichia coli* ditunjukkan oleh isolat KHu2-E (*Acremonium*) dengan zona hambat 21 mm, sedangkan terhadap *S. aureus* ditunjukkan oleh isolat KKu3-R (*Myrothecium*) dengan zona hambat 12 mm. Hal ini membuktikan bahwa fungi endofit pada rimpang kunyit memiliki potensi sebagai penghasil metabolit



sekunder antibakteri alami sekaligus dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi kontekstual pada materi konsep fungsi kelas X SMA.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisis senyawa bioaktif yang terkandung dalam fungi endofit kunyit serta menguji aktivitas antibakterinya pada lebih banyak jenis bakteri. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat diintegrasikan dalam pembelajaran biologi agar siswa lebih mudah memahami peran fungsi dalam kehidupan sehari-hari.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi selama proses penelitian dan penulisan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak Laboratorium Biologi Universitas yang telah menyediakan fasilitas dan peralatan penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Selain itu, penulis menghaturkan terima kasih kepada pihak sekolah yang telah mendukung penelitian ini sebagai sumber belajar biologi, serta keluarga dan sahabat yang senantiasa memberikan doa dan dukungan moral selama penyusunan karya ilmiah ini.

Daftar Rujukan

- Agustin Vica. (2023). Implementasi Pelaksanaan Pembelajaran Biologi Pada Kurikulum Merdeka Untuk Siswa Kelas X di SMA Argopuro Panti Jember Tahun Pelajaran 2022/2023. In Universitas Islam Negeri Kial Haji Ahcmad Siddiq Jember Fakultas Tabriyah Dan Ilmu Keguruan. Universitas Islam Negeri Kiai Haji Siddiq Jember
- Azizah, U. N., & Marwiyah, M. (2022). Kelayakan Masker Clay Kunyit (Curcuma Domestica Val.) dan Tepung Beras (Gemma Oryzanol) Untuk Mencerahkan Kulit Wajah Jenis Berminyak. *Beauty and Beauty Health Education*, <https://doi.org/10.15294/bbhe.v1111.54952> 17(1), 1-5
- Baraga, P. V., Mahyarudin, M., & Rialita, A. (2022). Aktivitas antibakteri metabolit sekunder isolat bakteri endofit kunyit (*Curcuma longa* L.) terhadap *Propionibacterium acnes*. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 77(1), 103-120.
- Barnet, H. L., & Barry, B. H., (1972). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, Third Edition. Burgess Publishing Company, Minneapolis Minnesota
- Barnet, H. L., & Hunter, B. B., (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, Fourth Edition, Burgess Publishing Compan.
- Bharathidasan, R., & Panneerselvam, A., (2011). Isolation and Identification of Endophytic Fungi from *Avicennia marina* in Ramanathapuram District, Karankadu, Tamilnadu, India. *European Journal of Experimental Biology*, vol. 1, no. 3, hal. 31-36
- Gandjar, I., Samson, R. A., Vermeulen, K., Oetari, A., & Santoso, I., (1999). Pengenalan Kapang Tropik Umum. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Harahap, D. G. S., Noviantari, A., Hidana, R., Yanti, N. A., Nugroho, E. D., Nrdiansyah, F., Widayastuti, D. A., Khariri., Pratiwi, R. H., Nendissa, D. M., Nendissa, S. J., Nurmalasari, A., Noer, S., Watuguly, T. W., Setyowati, E., Estikomah, S. A. 202.



- Dasar-Dasar Mikrobiologi dan Penerapannya. Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Rizki, S. A., Latief, M., & Rahman, H. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak N-Heksan, Etil Asetat, Dan Etanol Daun Durian (*Durio zibethinus linn.*) Terhadap Bakteri. *Jamhesic*, 1(2), 442–457.
- Rohmawati, U., Kasiamdari, R. S. 2022. Morphological, Molecular Characterization, and Physico-chemical Analysis of *Trichoderma yunnanense* as Indigosol Golden Yellow Dye-decolorizing Fungus. *Philippine Journal of Science*, 151(6B), 2459.
- Syaifudin, E. A. (2021). Pertumbuhan Jamur Penyebab Penyakit Tanaman Padi (*Oryza sativa L*) Secara In Vitro 4, 42-49
- Ungusari, E. (2015). Isolasi dan identifikasi fungi endofit pada rimpang lemulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*) sebagai penghasil senyawa antibakteri terhadap *staphylococcus aureus* dan *Escherichia coll*, 151, 10-17
- Watanabe., T. (1937). Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Spesies'. Edisi ke-2, Boca Raton London, New York, Washington D.C
- Watanabe, T. (2002). Pictorial Atlas of Soal andSeed Fungi, Second Edition, CRC Press, United States of America