



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 4 (2025) pp: 3875-3886

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Konsentrasi Hambat Minimal (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimal (KBM) Jamur Endofit Bajakah (*Spatholobus Littoralis* Hassk) Pada *Escherichia Coli*

Siti Fatimah¹, Kunti Nastiti², Febby Yulia Hastika³, Putri Vidiyarsari Darsono⁴
^{1,2,3,4} Universitas Sari Mulia Banjarmasin Farmasi, Kesehatan, Universitas Sari Mulia Banjarmasin
st.fatimah0401@gmail.com

Abstrak

Jamur endofit yang diisolasi dari tanaman inangnya diketahui mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang memiliki kesamaan struktur maupun fungsi dengan senyawa yang diproduksi oleh tanaman tersebut. Keunggulan ini membuat jamur endofit menjadi sumber alternatif yang sangat potensial dalam penyediaan senyawa bioaktif tanpa harus melakukan ekstraksi langsung dari tanaman. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi eksploitasi tanaman obat, seperti bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk), tetapi juga mendukung upaya pelestarian keanekaragaman hayati yang semakin terancam oleh meningkatnya kebutuhan bahan baku herbal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan aktivitas antibakteri jamur endofit dalam menghambat dan membunuh bakteri *Escherichia coli* serta mengidentifikasi jenis jamur endofit berdasarkan karakteristik makroskopis dan mikroskopisnya. Metode penelitian yang digunakan adalah True Experimental, meliputi uji zona hambat menggunakan cakram untuk melihat kemampuan penghambatan, serta uji KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) dan uji KBM (Konsentrasi Bunuh Minimum) untuk menentukan efektivitas konsentrasi ekstrak jamur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh isolat jamur endofit memiliki aktivitas antibakteri dengan kategori kuat. Isolat JEB 1 yang berwarna hitam menunjukkan hasil paling signifikan dengan zona hambat sebesar 16,20 mm. Nilai KHM isolat tersebut berada pada konsentrasi 4×10^5 ppm, sedangkan nilai KBM berada pada konsentrasi yang sama dengan jumlah koloni < 300 . Kondisi ini menegaskan bahwa isolat JEB 1 bersifat bakteriostatik sekaligus bakterisidal terhadap *E. coli*. Dengan demikian, jamur endofit batang bajakah, terutama isolat JEB 1, berpotensi besar dikembangkan sebagai agen antibakteri alami yang efektif dan berkelanjutan.

Kata kunci: Bajakah, Endofit, *Spatholobus littoralis* Hassk, Konsentrasi Hambat minimal, Konsentrasi Bunuh Minimal

1. Latar Belakang

Penyakit diare merupakan salah satu penyakit infeksi saluran pencernaan yang menjadi masalah Kesehatan di dunia termasuk Indonesia. Menurut World Health Organization (WHO) dan United Nations Children's Fund (UNICEF), terjadi sekitar 2 miliar kasus diare dan 1,9 juta anak balita meninggal karena diare diseluruh dunia setiap tahun. Dari semua kematian tersebut, 78% terjadi di negara berkembang, terutama di wilayah Afrika dan Asia Tenggara. Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 menyebutkan prevalensi diare untuk semua kelompok umur sebesar 8% dan angka prevalensi untuk balita 12,3%, sementara pada bayi, prevalensi diare sebesar 10,6%. Sementara, pada Sample Registration System tahun 2018, diare tetap menjadi salah satu penyebab utama kematian pada neonatus sebesar 7% dan pada bayi usia 28 hari sebesar 6%. Data dari Komunikasi Data Kesehatan Masyarakat periode Januari – November 2021, diare menyebabkan kematian pada postneonatal sebesar 14%. Data terbaru dari hasil Survei Status Gizi Indonesia tahun 2020, prevalensi diare di berada ada pada angka 9,8%. Diare sangat erat kaitannya dengan terjadinya stunting. Berdasarkan data Profil Kesehatan Indonesia 2020, penyakit infeksi khususnya diare menjadi penyumbang kematian pada kelompok anak usia 29 hari – 11 bulan. Sama seperti tahun sebelumnya, pada tahun 2020, diare masih menjadi masalah utama yang menyebabkan 14,5% kematian. Pada kelompok anak balita (12 – 59 balita), kematian akibat diare sebesar 4,55% (Kemenkes RI, 2023).

Diare merupakan buang air besar dalam bentuk cairan lebih dari tiga kali dalam satu hari, dan biasanya berlangsung selama dua hari atau lebih. Salah satu bakteri penyebab diare adalah bakteri *Escherichia coli*. Bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri gram negatif, termasuk ke dalam flora normal pada saluran cerna manusia. bakteri ini juga dapat menjadi patogen sehingga menyebabkan timbulnya suatu infeksi usus terutama diare, karena mampu

merusak sel mukosa, serta memproduksi toksin (Melanie Ramadhina *et al.*, 2023). Diare biasanya diobati dengan pemberian oralit atau zinc, serta antibiotik. Penggunaan antibiotik yang tidak tepat indikasi atau tidak rasional dapat menimbulkan masalah baru antara lain yaitu terjadinya resistensi antibiotik. Mengatasi permasalahan yang ada, maka perlu dimunculkan bioteknologi alternative pengobatan yang nantinya secara penelitian dapat dikembangkan menjadi suatu obat yang berkhasiat sebagai antidiare. Salah satunya dapat berasal dari tanaman atau herbal yang berkhasiat sebagai obat (Mursyida & Wati, 2021).

Sejak dulu masyarakat Indonesia memiliki cara untuk mengobati berbagai macam penyakit, salah satunya ialah dengan menggunakan obat tradisional dari tanaman herbal. Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai obat tradisional adalah Tanaman Bajakah. Tanaman Bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk) merupakan tanaman yang umum ditemukan di hutan Kalimantan Tengah namun belum tersebar luas. Tanaman ini telah dimanfaatkan secara empiris oleh masyarakat Dayak untuk mengobati berbagai penyakit seperti mengobati pegal pegal, mengobati luka, diare, kanker, diabetes, tumor, dan memulihkan stamina (Mariska *et al.*, 2022). Masyarakat Dayak sering menggunakan batang bajakah sebagai bahan obat tradisional untuk mengobati berbagai macam penyakit yang mereka alami. Mereka memanfaatkan batang bajakah dengan cara direbus dan air dari rebusan tersebut diminum. Skrining fitokimia dari ekstrak etanol Bajakah terbukti memiliki senyawa metabolit sekunder berupa flavonoid, saponin, dan tannin. (Abdulrahman *et al.*, 2022). Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan lulu pada tahun 2022, Batang Bajakah mengandung metabolit fenolik, tannin dan flavonoid yang memiliki aktivitas anti kanker yang sangat kuat.

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Rohmania mengenai uji aktivitas antibakteri fraksi etanol batang bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis* di dapatkan hasil diameter zona hambat terhadap bakteri *escherichia coli* pada konsentrasi 100% sebesar $20,43 \pm 0,31$ mm dan terhadap bakteri *bacillus subtilis* didapatkan diameter zona hambat dengan konsentrasi 100% sebesar $18,54 \pm 0,39$ mm (Rohmania, 2021). Batang Bajakah Tampala juga mempunyai kemampuan meningkatkan sel leydig dan testoteron yang berguna dalam hal vitalitas pada tikus dengan metode renang, disamping itu juga mampu menghambat pembentukan radikal bebas akibat aktivitas renang berlebihan (Kurnianto *et al.*, 2020). Batang Bajakah Tampala juga memiliki potensi sebagai antibakteri dan antijamur terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan jamur *Candida albicans*. Ekstrak etanol Bajakah Tampala memiliki aktivitas penghambatan antibakteri secara *in vitro* pada mikroorganisme *Staphylococcus aureus* dan *Candida albicans* dengan menggunakan kontrol obat ciprofloxacin memberikan aktivitas pada bakteri *Staphylococcus aureus* $83,21\% \pm 0,01$ sedangkan pada kontrol obat flukonazole memberikan aktivitas $74,20\% \pm 0,01$ pada jamur *Candida albicans* (Mochtar *et al.*, 2022).

Mengingat banyaknya senyawa yang terkandung di dalam tanaman bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk) yang memiliki potensi sebagai bahan obat sehingga diperkirakan akan adanya eksploitasi secara besar-besaran di alam. Untuk mengatasi hal tersebut dikembangkanlah sebuah penelitian bioteknologi yaitu dengan pengembangan jamur endofit.

Endofit merupakan mikroorganisme dimana sebagian atau seluruh hidupnya di dalam jaringan tumbuhan seperti akar, batang, bunga, daun, dan buah, namun hal ini tidak memberikan dampak negatif terhadap tumbuhan tersebut karena endofit dan tumbuhan inang dapat bersimbiosis mutualisme, dimana endofit akan mendapatkan nutrisi dari hasil metabolisme tumbuhan yang terdapat aktifitas untuk melindungi tumbuhan inangnya sedangkan tumbuhan mendapat derivat nutrisi dan senyawa aktif yang dibutuhkan selama hidupnya. Jamur endofit yang hidup pada jaringan tumbuhan ini memiliki potensi yang bisa menghasilkan senyawa metabolit sekunder sama seperti inangnya. Mikroorganisme endofit bisa berupa jamur atau bakteri, namun yang paling banyak ditemukan adalah jamur (Harmileni & Saragih, 2023)

Jamur endofit adalah mikroba yang hidup membentuk koloni pada jaringan tanaman tanpa merugikan tanaman tersebut. Setiap tanaman tingkat tinggi mampu mengandung beberapa jenis jamur endofit yang berpotensi menghasilkan metabolit sekunder sebagai akibat dari koevolusi atau transfer genetik dari tanaman inang kepada jamur endofit tersebut (Mayuri, 2024). Jamur endofit mampu memproduksi senyawa metabolit sesuai dengan tanaman induknya, sehingga dapat dijadikan peluang dan dapat diandalkan untuk memproduksi metabolit sekunder dari jamur endofit yang diisolasi dari tanaman inangnya sebagai biodiversitasnya tetap terjaga (Dan *et al.*, 2024). Kemampuan jamur endofit dalam menghasilkan senyawa bioaktif merupakan hal yang potensial untuk dikembangkan menjadi senyawa obat baru (Angelin *et al.*, 2022). Dengan demikian, senyawa metabolit tidak perlu diekstraksi langsung dari Tanaman Bajakah, melainkan dapat diperoleh melalui jamur endofit. Pendekatan ini tidak hanya mendukung upaya pelestarian tanaman bajakah, tetapi juga memungkinkan pengembangan senyawa

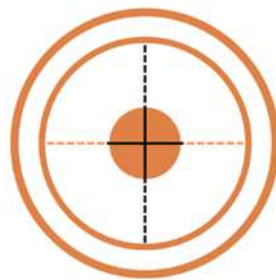
tersebut sebagai bahan obat tanpa harus mengkhawatirkan kelestarian dan jumlah populasi tanaman bajakah di alam.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktavira (2023), jamur endofit pada Batang Bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli*. Uji pendahuluan dilakukan dengan metode difusi, yang mengukur diameter zona hambat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter zona hambat yang diperoleh sebesar $24,42 \pm 5,28$ mm, yang termasuk dalam kategori sangat kuat (Oktavira, 2023).

Berdasarkan uraian di atas diharapkan penelitian ini dapat menentukan nilai Konsentrasi Hambat Minimal (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimal (KBM) jamur endofit batang bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk) terhadap potensi antibakteri pada bakteri *Escherichia coli*.



1. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi, Fakultas Kesehatan Universitas Sari Mulia, yang beralamat di Jalan Pramuka No.02, Pemurus Luar, Kecamatan Banjarmasin Timur, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Pemilihan laboratorium ini didasarkan pada fasilitas penelitian mikrobiologi yang memadai untuk mendukung proses isolasi, penumbuhan, dan pengujian aktivitas antibakteri jamur endofit. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2025. Sasaran penelitian adalah jamur endofit yang berasal dari batang tanaman bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk), yang dipilih karena potensi metabolit sekundernya yang diduga memiliki aktivitas antimikroba. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental, yaitu metode yang bertujuan mengetahui pengaruh suatu perlakuan terhadap variabel lain melalui rancangan yang terkontrol. Desain yang digunakan adalah *True Experimental*, yang memungkinkan peneliti melakukan perlakuan langsung terhadap isolat jamur endofit bajakah dan menguji aktivitas antibakterinya menggunakan metode uji zona hambat, dilanjutkan dengan penentuan Konsentrasi Hambat Minimal (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimal (KBM) terhadap bakteri *Escherichia coli* sebagai bakteri uji.



Gambar 3. 1 Pengukuran Zona Hambat

Keterangan :

-  = Kertas Cakram
-  = Zona Hambat/zona bening/*Inhibition zone/Clear zone*
- = a =Diameter vertikal
- = b =Diameter horizontal
- = c =Diameter Kertas Cakram

$$\text{Rumus} = \frac{(a-c)+(b-c)}{2} \quad a : \text{Diameter Panjang}$$

b : Diameter lebar

Tabel 1. Kategori Daya Hambat

Diameter Zona Bening	Daya Hambat
≤ 5 mm	Lemah
6-10 mm	Sedang
11-20 mm	Kuat
≥ 21 mm	Sangat Kuat

Alat penelitian terdiri dari *Biological Safety Cabinet* (Thermo Scientific), inkubator (ESCO Isotherm), autoklaf (GEA VX-280D), tabung reaksi, rak tabung, jangka sorong, mortir, stemper, pipet tetes, cawan penguap, cawan petri, gelas ukur, batang pengaduk, magnetic stirrer, spatula, gelas beker, Erlenmeyer, jarum ose, kaca arloji, hot plate, *colony counter*, timbangan analitik, mikropipet, pinset, kertas cakram, label, spiritus, aluminium foil, dan wrapping. Bahan penelitian meliputi batang bajakah, biakan *Escherichia coli*, akuadest steril, etanol 96%, larutan NaOCl 1%, media PDA, media PDB, kloramfenikol sebagai kontrol positif, kapas, dan aluminium foil. Sampel batang bajakah diperoleh dari Desa Tumbang Miri. Untuk memastikan kesesuaian spesies, dilakukan determinasi tanaman melalui proses pengamatan morfologi, penggunaan kunci identifikasi botanikal, perbandingan literatur, serta dokumentasi visual. Seluruh alat penelitian disterilisasi menggunakan oven (180°C, 2 jam) dan autoklaf (121°C, 15 menit). Batang bajakah kemudian disterilkan permukaannya menggunakan etanol 96% dan NaOCl 1% sebelum ditanam pada media PDA untuk memastikan jamur yang tumbuh adalah endofit, bukan kontaminan permukaan.

Media PDA dibuat dengan melarutkan 3,9 gram PDA dan 10 mg kloramfenikol ke dalam 100 ml aquadest, diikuti pemanasan dan sterilisasi. Sampel batang yang telah disterilkan ditekan pada permukaan PDA secara aseptis dan diinkubasi pada suhu 25–28°C selama 10 hari. Pertumbuhan miselium diamati sebagai indikasi keberadaan jamur endofit. Media PDB disiapkan untuk proses pembuatan suspensi jamur dengan cara melarutkan 2 gram PDB dalam 100 ml air suling, kemudian disterilkan. Isolasi dan pemurnian jamur endofit dilakukan dengan mengamati karakter makroskopis seperti warna, tekstur, tepian koloni, dan kecepatan pertumbuhan. Empat isolat diperoleh, yaitu jamur berwarna hitam, putih, hijau, dan abu-abu, yang menunjukkan keberagaman spesies endofit dalam batang bajakah. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan preparat *Lactophenol Cotton Blue* untuk melihat struktur hifa, sekat, percabangan, serta jenis konidia.

Pembuatan standar kekeruhan McFarland 0,5 dilakukan dengan mencampurkan larutan BaCl₂ 1% dan H₂SO₄ 1% hingga terbentuk kekeruhan seragam. Sementara itu, peremajaan bakteri *Escherichia coli* dilakukan pada media PDA miring sebelum dibuat suspensi bakteri dalam NaCl 0,9% hingga mencapai kekeruhan standar McFarland. Suspensi jamur endofit diperoleh melalui inokulasi kultur ke media PDB, inkubasi, kemudian disentrifugasi untuk mendapatkan supernatan yang mengandung metabolit sekunder. Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram dilakukan dengan menuangkan media PDA ke cawan petri, menginokulasikan suspensi bakteri menggunakan swab steril, kemudian meletakkan kertas cakram yang telah direndam supernatan jamur endofit berkonsentrasi 100%. Cawan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Zona hambat yang terbentuk diukur menggunakan jangka sorong berdasarkan rumus diameter zona hambat yang telah ditetapkan. Zona hambat dikategorikan sebagai lemah, sedang, kuat, atau sangat kuat berdasarkan tabel acuan.

Pengujian KHM dilakukan dengan mencampurkan supernatan jamur endofit pada konsentrasi 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, dan 100 ppm masing-masing dengan suspensi bakteri dan media PDB. Tabung diinkubasi 24 jam pada suhu 37°C dan diamati tingkat kekeruhannya. Konsentrasi terendah tanpa kekeruhan dinyatakan sebagai KHM. Pengujian KBM dilakukan dengan menumbuhkan larutan dari konsentrasi KHM ke media PDA menggunakan metode sebar, kemudian diinkubasi selama 24 jam. Jumlah koloni dihitung menggunakan *colony counter*. Konsentrasi dinyatakan sebagai KBM apabila menghasilkan pertumbuhan bakteri <30–300 koloni. Populasi penelitian meliputi seluruh tanaman batang bajakah dari daerah Gunung Mas, Desa Tumbang Miri. Sampel penelitian adalah batang bajakah yang telah memenuhi kriteria penelitian. Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas yaitu jamur endofit, dan variabel terikat berupa zona hambat, KHM, dan KBM. Data penelitian yang digunakan meliputi data kualitatif seperti perubahan morfologi dan zona hambat, serta data kuantitatif yang berupa pengukuran diameter zona hambat dan jumlah koloni bakteri.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Deskripsi Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai Konsentrasi Hambat Minimal (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimal (KBM) jamur endofit batang bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk) terhadap *Escherichia coli* dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Sari Mulia. Laboratorium ini berlokasi di Jalan Pramuka No. 02, Pemurus Luar, Kecamatan Banjarmasin Timur, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Lokasi ini dipilih karena memiliki fasilitas laboratorium mikrobiologi yang lengkap seperti ruang inokulasi aseptis, inkubator, biosafety cabinet, mikroskop optik, serta sarana analisis mikrobiologi lainnya yang diperlukan untuk proses isolasi, pemurnian, dan pengujian aktivitas antibakteri jamur endofit.

3.2 Hasil Penelitian

Determinasi Tanaman

Penentuan identitas tanaman dilakukan sebelum proses isolasi jamur endofit. Determinasi ini dilakukan di Laboratorium FMIPA Universitas Lambung Mangkurat (UNLAM) Banjarbaru dengan nomor surat 158/LB.LABDASAR/V/2025. Hasil determinasi menunjukkan bahwa tanaman sampel adalah bajakah dengan spesies *Spatholobus littoralis* Hassk. Tahap ini penting untuk memastikan kesesuaian spesies karena perbedaan spesies tanaman dapat menyebabkan variasi jenis dan kemampuan biologis jamur endofit yang hidup di dalamnya.

Sterilisasi Sampel

Batang bajakah yang digunakan sebagai sampel diiris menjadi bagian kecil dan dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran. Selanjutnya, proses sterilisasi dilakukan menggunakan etanol 70%, NaOCl 1%, dan pembilasan dengan NaCl serta dua kali bilasan menggunakan aquadest steril. Proses sterilisasi ini bertujuan untuk menghilangkan mikroba kontaminan di permukaan sehingga jamur yang tumbuh pada media hanya berasal dari dalam jaringan tanaman (jamur endofit).



Gambar 2. Sterilisasi Sampel Batang Bajakah

Penumbuhan Jamur Endofit

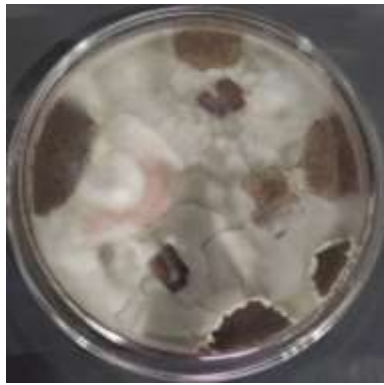
Sampel batang bajakah yang telah disterilisasi ditanam pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) kemudian diinkubasi selama 10 hari pada suhu ruang. Media PDA digunakan karena kaya nutrisi, sehingga mampu mendukung pertumbuhan jamur endofit secara optimal. Setelah masa inkubasi, jamur mulai tampak tumbuh keluar dari jaringan batang, menandakan keberadaan jamur endofit.



Gambar 3. Penumbuhan Jamur Endofit Pada Media PDA

Pertumbuhan Jamur Endofit Batang Bajakah

Setelah 10 hari inkubasi, diperoleh empat jenis jamur endofit yang tumbuh dengan karakteristik makroskopik berbeda, yaitu berwarna hitam, putih, abu-abu, dan hijau. Perbedaan karakteristik ini mengindikasikan keberagaman spesies jamur endofit yang hidup dalam jaringan batang bajakah;



Gambar 4. Hasil Jamur Endofit Bajakah

Pemurnian Isolat

Masing-masing dari empat jamur endofit kemudian dimurnikan ke media PDA baru dan diinkubasi selama tiga hari. Pemurnian bertujuan untuk mendapatkan koloni tunggal yang bebas kontaminasi. Keempat isolat diberi kode sebagai berikut: JEB 1: Jamur Endofit Bajakah Hitam, JEB 2: Jamur Endofit Bajakah Putih, JEB 3: Jamur Endofit Bajakah Abu, JEB 4: Jamur Endofit Bajakah Hijau;



(a.) JEB 1 hitam

(b.) JEB 2 putih


(c.) JEB 3 abu




(d.) JEB 4 hijau

karakteristik Jamur Endofit (Makroskopis & Mikroskopis)

Karakteristik mikroskopik jamur endofit diamati dengan perbesaran 40× menggunakan mikroskop optik. Setiap isolat menunjukkan ciri morfologi hifa dan spora yang berbeda, dan diduga memiliki kesamaan dengan beberapa genus jamur yang telah dilaporkan sebelumnya.

Tabel 2. karakteristik jamur endofit secara mikroskopis besaran 40x

Jamur	Karakteristik Jamur	Keterangan
JEB 1		Hasil pengamatan mikroskopis memperlihatkan bahwa jamur endofit hasil isolasi memiliki hifa yang tampak menyerupai akar halus, dengan spora menempel pada ujungnya. Ciri morfologi tersebut serupa dengan <i>Aspergillus</i> sp., yang ditandai oleh keberadaan konidiofor tegak dengan ujung berbentuk vesikel sebagai tempat pembentukan filid, yang selanjutnya menghasilkan konidia berwarna hitam dengan bentuk bulat (Suryani <i>et al.</i> , 2020)

JEB 2		<p>Berdasarkan pengamatan mikroskopis, spora jamur endofit membentuk koloni berwarna putih dengan bentuk bulat melingkar dan tekstur menyerupai serabut atau kapas. Jamur ini diperkirakan memiliki kesamaan dengan <i>Mycelia sterilia</i>, yang dikenal sebagai jenis jamur dengan pertumbuhan yang cepat (Suryani <i>et al.</i>, 2020)</p>
JEB 3		<p>Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa isolat jamur endofit memiliki hifa berwarna abu-abu muda dengan bentuk memanjang menyerupai benang halus dan bercabang. Warna abu-abu ini menunjukkan bahwa jamur tersebut tergolong dalam kelompok jamur hialin yang tidak memiliki pigmen gelap. Spora yang diamati tampak berbentuk bulat hingga oval, tersebar di sekitar hifa, dan sebagian melekat langsung pada hifa. Pewarnaan mikroskopis membantu memperjelas struktur internal hifa dan spora, seperti dinding sel dan sekat (septum). Isolat ini diduga merupakan genus <i>Fusarium</i>, ditandai dengan hifa bercabang, tidak berpigmen, dan berwarna abu-abu terang (Suryani <i>et al.</i>, 2020)</p>
JEB 4		<p>Jamur <i>Aspergillus fumigatus</i> dicirikan oleh hifa bersepta yang tidak berpigmen gelap, dengan percabangan yang jelas dan struktur menyerupai benang halus. Konidiofornya berujung vesikel, di mana filid tersusun padat membentuk rantai konidia bulat. Konidia tersebut berwarna hijau kebiruan, yang menjadi ciri khas spesies ini. Secara makroskopis, koloni <i>A. fumigatus</i> terlihat hijau abu-abu dengan permukaan bertekstur halus seperti beludru (Suryani <i>et al.</i>, 2020)</p>

Uji Antibakteri Jamur Endofit

1) Uji Aktivitas Antibakteri Metode Difusi

Isolat jamur endofit yang telah dimurnikan diuji aktivitas antibakterinya terhadap *Escherichia coli* menggunakan metode difusi cakram. Kontrol positif yang digunakan adalah kloramfenikol, sedangkan kontrol negatif adalah aquadest. Hasil menunjukkan bahwa keempat isolat memiliki kemampuan antibakteri kategori kuat. Isolat JEB 1 (hitam) menghasilkan zona hambat terbesar sehingga dipilih untuk uji KHM dan KBM.

Tabel 3. Hasil Zona Hambat

Kelompok	Zona hambat (mm)			SD ± Rata-rata	Kategori
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		

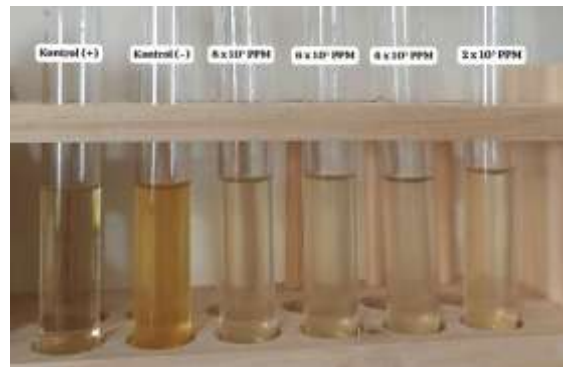
JEB 1 Hitam	15,76	16,97	15,89	0,542 ± 16,20	Kuat
JEB 2 Putih	11,43	12,43	11,82	0,412 ± 11,89	Kuat
JEB 3 Abu	14,81	15,36	14,49	0,359 ± 14,88	Kuat
JEB 4 Hijau	9,89	10,14	10,71	0,343 ± 10,24	Kuat
Kontrol positif	19,51	20,85	19,69	0,594 ± 20,01	Sangat kuat
Kontrol negatif	0	0	0	0 ± 0	lemah



2) Uji Aktivitas Antibakteri Metode Dilusi

a. Konsentrasi Hambat Minimal (KHM)

Konsentrasi Hambat Minimal ditentukan melalui metode dilusi cair. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi 4×10^5 ppm merupakan konsentrasi terendah yang mampu menghambat pertumbuhan *E. coli*, ditandai dengan media tampak jernih. Sementara konsentrasi di bawahnya (2×10^5 ppm) masih menunjukkan kekeruhan.



Gambar 5. Hasil Konsentrasi Hambat Minimal (KHM) JEB 1 terhadap *Escherichia coli*

Tabel 4. Hasil Konsentrasi Hambat Minimal (KHM) JEB 1 terhadap *Escherichia coli*






No.	Nilai KBM JEB 1	Replikasi		
		I	II	III
1.	8×10^5 ppm	Jernih	Jernih	Jernih
2.	6×10^5 ppm	Jernih	Jernih	Jernih
3.	4×10^5 ppm	Jernih	Jernih	Jernih


4.	2 x10 ⁵ ppm	Keruh	Keruh	Keruh
5.	Kontrol (+)	Jernih	Jernih	Jernih
6.	Kontrol (-)	Keruh	Keruh	Keruh

b. Konsentrasi Bunuh Minimal (KBM)

Pengujian KBM dilakukan dengan menanam suspensi dari tabung uji KHM ke media NA (Nutrient Agar). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa konsentrasi 4×10^5 ppm sudah mampu membunuh *E. coli* secara efektif, ditandai dengan jumlah koloni yang jauh lebih sedikit dibandingkan kontrol negatif.

Tabel 5. Hasil Konsentrasi Bunuh Minimal (KBM) JEB 1 Terhadap *Escherichia coli*

No.	Nilai KBM JEB I	Replikasi			Gambar
		I	II	III	
1.	8 x 10 ⁵ ppm	Tumbuh Koloni 114	Tumbuh Koloni 123	Tumbuh Koloni 130	
2.	6 x 10 ⁵ ppm	Tumbuh Koloni 153	Tumbuh Koloni 165	Tumbuh Koloni 195	
3.	4 x 10 ⁵ ppm	Tumbuh Koloni 265	Tumbuh Koloni 271	Tumbuh Koloni 287	
4.	2 x10 ⁵ ppm	Tumbuh Koloni 330	Tumbuh Koloni 311	Tumbuh Koloni 310	
5.	Kontrol (+)	Tumbuh Koloni 35	Tumbuh Koloni 39	Tumbuh Koloni 41	

6.	Kontrol (-)	Tumbuh Koloni >300	Tumbuh Koloni >300	Tumbuh Koloni >300	
----	-------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---

3.3 Pembahasan

a. Determinasi Tanaman

Proses determinasi tanaman merupakan langkah penting dalam penelitian berbasis bioprospeksi mikroorganisme endofit. Identifikasi yang tepat memastikan bahwa sumber isolat jamur berasal dari spesies tanaman yang benar. Penelitian sebelumnya (Nugroho *et al.*, 2023) menegaskan bahwa perbedaan spesies tanaman dapat memengaruhi komposisi metabolit sekunder dan jenis endofit yang bersimbiosis di dalamnya. Dengan hasil identifikasi yang menunjukkan bahwa sampel adalah *Spatholobus littoralis* Hassk, penelitian ini mendapatkan validitas biologis yang kuat.

b. Penumbuhan Jamur Endofit

Tahap penumbuhan jamur endofit setelah sterilisasi menunjukkan bahwa jaringan batang bajakah mengandung jamur endofit yang aktif. Penggunaan media PDA sangat mendukung pertumbuhan hifa endofit karena PDA mengandung nutrisi yang kaya dan cocok untuk sebagian besar jamur filamentosa. Penelitian oleh Andriyani *et al.* (2022) mengonfirmasi bahwa PDA merupakan media standar terbaik untuk isolasi jamur endofit dari tumbuhan herbal tropis.

c. Pemurnian Isolat

Empat isolat yang diperoleh menunjukkan keragaman morfologi yang kemungkinan berasal dari genus berbeda. Keragaman jamur endofit ini menunjukkan bahwa batang bajakah merupakan habitat kaya mikroorganisme simbiotik yang berpotensi memiliki aktivitas biologis tinggi. Penelitian lain menyebutkan bahwa keragaman jamur endofit pada tanaman obat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan komposisi metabolit tanaman (Suryani *et al.*, 2020).

d. Karakteristik Jamur Endofit Bajakah

Identifikasi awal berdasarkan warna koloni menunjukkan bahwa JEB 1 (hitam) diduga *Aspergillus* sp., JEB 2 (putih) mengarah pada *Mycelia sterillia*, JEB 3 (abu) diduga *Fusarium* sp., dan JEB 4 (hijau) mengarah pada *Aspergillus fumigatus*. Karakteristik warna dan morfologi konidia digunakan sebagai indikator awal penentuan genus.

e. Uji Aktivitas Antibakteri terhadap *Escherichia coli*

1. Uji Difusi Cakram

Ekstrak keempat isolat menunjukkan aktivitas antibakteri dengan pembentukan zona hambat pada konsentrasi 100 ppm. JEB 1 menghasilkan zona hambat terbesar ($16,20 \pm 0,54$ mm), berbeda signifikan dibanding JEB 2 dan JEB 4 ($p < 0,05$), dan termasuk kategori “kuat” (Sah *et al.*, 2021). Temuan ini sesuai dengan laporan bahwa jamur endofit tanaman obat mampu menghasilkan senyawa penghambat bakteri *E. coli* (Pangouw *et al.*, 2020). Isolat terbaik kemudian dilanjutkan ke uji KHM dan KBM.

2. Uji Dilusi

Berdasarkan hasil difusi, JEB 1 dipilih untuk penentuan KHM dan KBM. Variasi konsentrasi (2×10^5 – 8×10^5 ppm) menunjukkan bahwa konsentrasi 4×10^5 ppm sudah menghambat pertumbuhan bakteri, sehingga ditetapkan sebagai KHM. Penanaman ulang pada media padat menunjukkan pertumbuhan 274 koloni pada konsentrasi yang sama (< 300 koloni), sehingga ditetapkan sebagai KBM. Hal ini menunjukkan bahwa JEB 1 bersifat bakteriostatik

sekaligus bakterisidal mulai 4×10^5 ppm. Temuan ini sejalan dengan laporan bahwa genus *Aspergillus* menghasilkan berbagai senyawa antibakteri aktif terhadap *E. coli* (El-hawary *et al.*, 2020)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai potensi jamur endofit batang bajakah sebagai agen antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli*, dapat disimpulkan bahwa isolat yang paling berpotensi adalah JEB 1, yaitu isolat berwarna hitam. Secara morfologi, isolat ini memiliki hifa bersekat bercabang dengan konidia berwarna gelap, sehingga mengindikasikan bahwa isolat tersebut kemungkinan termasuk dalam genus *Aspergillus sp.*, salah satu kelompok jamur yang dikenal mampu memproduksi metabolit sekunder aktif secara biologis. Hasil uji zona hambat menunjukkan bahwa seluruh isolat jamur endofit memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, namun isolat JEB 1 memberikan respon paling kuat dengan nilai zona hambat sebesar 16,20 mm, yang masuk dalam kategori aktivitas antibakteri kuat. Oleh karena menunjukkan nilai tertinggi, isolat hitam JEB 1 dipilih untuk dilanjutkan pada uji dilusi guna menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM). Hasil pengujian menunjukkan bahwa isolat JEB 1 mampu menghambat pertumbuhan bakteri pada konsentrasi 4×10^5 ppm, dan pada konsentrasi yang sama pula menunjukkan aktivitas bakterisidal dengan jumlah koloni <300. Temuan ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak jamur endofit tersebut, semakin efektif kemampuan antibakterinya, tidak hanya menghambat (bakteriostatik) namun juga membunuh bakteri *E. coli* (bakterisidal). Dengan demikian, jamur endofit batang bajakah, khususnya isolat hitam JEB 1, memiliki potensi besar sebagai sumber agen antibakteri alami yang dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai alternatif bahan baku dalam pengembangan obat herbal.

Referensi

1. Abdulrahman, Utami, S. R. Widia, dan O. Roanisca. 2022. "Kajian metabolit sekunder batang bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk.) dalam pengembangan sebagai obat herbal antikanker payudara dan antioksidan." *Cendekia Journal of Pharmacy* 6, no. 1: 1–12.
2. Abna, I. M., S. Nurfitriya, P. Gita, M. Widyaswari, P. S. Farmasi, F. I. Kesehatan, U. E. Unggul, dan K. Jeruk. 2024. "Analisis antimikroba jamur endofit daun dan batang tumbuhan." [*Nama Jurnal Tidak Diketahui*] 7, no. 2: 9–21.
3. Albano, M., M. J. Karau, A. N. Schuetz, dan R. Patel. 2021. "Comparison of agar dilution to broth microdilution for testing in vitro activity of cefiderocol against gram-negative bacilli." *Journal of Clinical Microbiology* 59, no. 1. <https://doi.org/10.1128/JCM.00966-20>.
4. Alhadlaq, M. A., O. I. Aljurayyad, A. Almansour, S. I. Al-Akeel, K. O. Alzahrani, S. A. Alsalman, dan R. Yahya. 2024. "Overview of pathogenic *Escherichia coli*, with a focus on Shiga toxin-producing serotypes, global outbreaks (1982–2024) and food safety criteria." *Gut Pathogens* 16, no. 1. <https://doi.org/10.1186/s13099-024-00641-9>.
5. Amin, N. F., S. Garancang, dan K. Abunawas. 2023. "Konsep umum populasi dan sampel dalam penelitian." *Pilar* 14, no. 1: 15–31. <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/pilar/article/view/10624>.
6. Angelin, M., E. B. Endey, G. F. Patading, B. J. Kolondam, dan A. M. Tangapo. 2022. "Isolasi dan uji aktivitas antibakteri dari jamur endofit daun leilem (*Clerodendrum minahassae* L.)." *Jurnal Bios Logos* 12, no. 1: 62. <https://doi.org/10.35799/jbl.v12i1.39529>.
7. Asali, A., A. I. Inwar, I. Alim, M. I. Tiffani, dan A. F. Rahmadani. 2023. "Effectiveness test of ginger extract (*Zingiber officinale*) on the growth inhibition zone of *Escherichia coli* bacteria." *Era Sains: Journal of Science, Engineering and Information Systems Research* 1, no. 4: 15–20.
8. Backer, C. A., dan B. van den Bakhuizen. 1963. *Flora of Java (Spermatophytes Only)*. [Tempat Penerbitan Tidak Diketahui]: [Penerbit Tidak Diketahui].
9. Berlianti, D. F., A. Al Abid, dan A. C. Ruby. 2024. "Metode penelitian kuantitatif pendekatan ilmiah untuk analisis data." *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran* 7, no. 3: 1861–64.
10. Butar-Butar, A. D. W. I. P. 2024. "Isolasi dan identifikasi bakteri endofit asal tanaman padi (*Oryza sativa*) sebagai agen biokontrol *Xanthomonas oryzae*." Skripsi S1, Universitas Medan Area.
11. Candra Susanto, P., D. Ulfah Arini, L. Yuntina, J. Panatap Soehaditama, dan N. Nuraeni. 2024. "Konsep penelitian kuantitatif: Populasi, sampel, dan analisis data (Sebuah tinjauan pustaka)." *Jurnal Ilmu Multidisiplin* 3, no. 1: 1–12. <https://doi.org/10.38035/jim.v3i1.504>.
12. El-hawary, S. S., Moawad, A. S., & Bahr, H. S. (2020). *RSC Advances Natural product diversity from the endophytic fungi of the genus Aspergillus* 7. 22058–22079. <https://doi.org/10.1039/d0ra04290k>
13. Fachriyah, E., P. J. Wibawa, dan A. Awaliyah. 2020. "Antibacterial activity of basil oil (*Ocimum basilicum* L) and basil oil nanoemulsion." *Journal of Physics: Conference Series* 1524, no. 1. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1524/1/012060>.
14. Faridah, A. Jayuska, dan P. Ardiningsih. 2022. "Antibacterial activity of endophytic fungi from insulin leaves (*Smilax sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robb) against bacteria *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*." *Pharmakon* 11, no. 2: 1481–87.
15. Febriyanti, R., M. P. Mahardika, dan R. Ardiyanto. 2021. "Skrining fitokimia pada ekstrak hasil proses infundasi akar bajakah." [Laporan Tidak Dipublikasikan].
16. Geaman, W., B. I. Choi, J. Kaindl, C. Gonzalez, dan A. J. Wolfe. 2024. "Of fastidious and anaerobic bacteria of the urinary microbiome." [*Nama Jurnal Tidak Diketahui*] 12, no. 6: 1–9.
17. Hamtini, H., S. Anliza, dan I. Nuraeni. 2021. "Eksplorasi bakteri endofit dari daun namnam (*Cynometra cauliflora* L.)." *Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan)* 8, no. 1: 137–44. <https://doi.org/10.36743/medikes.v8i1.209>.
18. Harmileni, dan G. Saragih. 2023. "Mikroba endofit dalam dunia kesehatan." *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 44, no. 8: 1689–99. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>.
19. Iskandar, D., M. Masruri, N. Widodo, R. Rollando, dan W. Warsito. 2022. "Phenolic content, antioxidant, cytotoxic of fractions of *Spatholobus littoralis* Hassk from Kalimantan, Indonesia." *Human Daxue Xuebao/Journal of Human University Natural Sciences* 49: 14–23. <https://doi.org/10.55463/issn.1674-2974.49.3.2>.
20. Istiqomah, dan D. Safitri. 2021. "Pharmacological activities of *Spatholobus littoralis*." *Jurnal Info Kesehatan* 11, no. 2: 463–69.

21. Kademane, A., M. Dixit, dan Vasundhara. 2023. "A comprehensive review of the pathogenesis and virulence factors of *E. coli*." *Salud, Ciencia y Tecnologia* 3. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023411>.
22. Karmadi Putra, D., K. Nastiti, P. Studi Sarjana Farmasi, dan F. Kesehatan Universitas Sari Mulia Banjarmasin. 2023. "Profil GCMS senyawa kimia jamur endofit batang bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk) dan potensinya sebagai antioksidan." *Innovative: Journal of Social Science Research* 3, no. 6: 7907–14. <https://j-innovative.org/index.php/innovative/article/view/7383>.
23. Kazaz, I., G. C. Karaman, H. Karakus, S. Kaya, dan T. Hosbul. 2025. "Evaluation of colistin susceptibility by four phenotypic methods compared to broth microdilution in multidrug-resistant *Klebsiella pneumoniae*." *BMC Microbiology* 25, no. 1: 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12866-025-04121-1>.
24. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2023. *Rencana aksi program pencegahan dan pengendalian penyakit*. Rencana Aksi Program P2P. <http://www.jikm.unsri.ac.id/index.php/jikm>.
25. Kumari, P., N. Deepa, P. K. Trivedi, B. K. Singh, V. Srivastava, dan A. Singh. 2023. "Plants and endophytes interaction: A 'secret wedlock' for sustainable biosynthesis of pharmaceutically important secondary metabolites." *Microbial Cell Factories* 22, no. 1: 1–19. <https://doi.org/10.1186/s12934-023-02234-8>.
26. Kurnianto, M., W. Pangkahila, dan Susraini. 2020. "Administration of bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk) stem ethanol extract increased the number of Leydig cells and testosterone levels in male Wistar rats (*Rattus norvegicus*) with excessive swimming activity." *International Journal of Science and Research* 9, no. 12: 1–5. <https://doi.org/10.21275/sr201204133657>.
27. Mahdiyah, D., H. Farida, I. Riwanto, M. Mustofa, H. Wahjono, T. Laksana Nugroho, dan W. Reki. 2020. "Screening of Indonesian peat soil bacteria producing antimicrobial compounds." *Saudi Journal of Biological Sciences* 27, no. 10: 2604–11. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.05.033>.
28. Mariska, R. P., U. Ningsih, D. Sutrisno, dan L. Andriani. 2022. "Uji aktivitas tabir surya ekstrak dan fraksi aktif bajakah tampala (*Spatholobus littoralis* Hassk.)." *Jurnal Endurance* 7, no. 3: 627–33. <https://doi.org/10.22216/jen.v7i3.1614>.
29. Mayuri, N. S. 2024. "Pemanfaatan mikroba endofit asal tanaman obat sebagai sumber bahan obat." *Jurnal Inkofar* 8, no. 1.
30. Melanie Ramadhina, F., N. F. Luthfiyatil, dan P. Diii Keperawatan Akper Dharma Wacana Metro. 2023. "Application of health education in management of diarrhea in preschool children (3-6 years) in the working area of UPTD Puskesmas Rawat Inap Banjarsari Metro Utara." *Jurnal Cendikia Muda* 3, no. 3: 347–54.
31. Mochtar, C. F., L. O. Saleh, H. Hamzah, dan N. M. Ilyas. 2022. "Potensi bajakah tampala (*Spatholobus littoralis* Hassk) sebagai antibakteri dan antijamur terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Candida albicans*." *Jurnal Mandala Pharmacoon Indonesia* 8, no. 2: 177–84. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v8i2.212>.
32. Mursyida, E., dan H. M. Wati. 2021. "Aktivitas antibakteri ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*." *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya* 8, no. 2: 87–92. <https://doi.org/10.32539/v8i2.11952>.
33. Nasional, L. B. 1962. *Lembaga Biologi Nasional*. [Tempat Penerbitan Tidak Diketahui]: [Penerbit Tidak Diketahui].
34. Nirmalasari, F., K. Nastiti, dan M. Audina. 2023. "Uji aktivitas antibakteri fraksi n-heksan kayu bajakah (*Uncaria tomentosa*) terhadap bakteri *Escherichia coli*." *Journal Pharmaceutical Care and Sciences* 3, no. 2: 55–62. <https://doi.org/10.33859/jpcs.v3i2.239>.
35. Nisasari, D. Y. 2020. "Uji keefektifan infusa *Spatholobus littoralis* Hassk terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*." Skripsi S1, STIKES Borneo Citra Medika. <http://repository.stikesbcm.ac.id/id/eprint/138/1/Untitled.pdf>.
36. Nurhayati, L. S., N. Yahdiyani, dan A. Hidayatulloh. 2020. "Perbandingan pengujian aktivitas antibakteri starter yogurt dengan metode difusi sumuran dan metode difusi cakram." *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan* 1, no. 2: 41. <https://doi.org/10.24198/jthp.v1i2.27537>.
37. Oktafira, I. 2023. "Potensi jamur endofit batang bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk) sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli*." Skripsi S1, [Nama Universitas Tidak Diketahui].
38. Oktavira, I., K. Nastiti, A. R. Hakim, dan R. Rohama. 2024. "Potential of bajakah stem endophytic fungi (*Spatholobus littoralis* Hassk) as antibacteria against *Escherichia coli*." *International Conference on Health and Science* 2, no. 1: 26–37.
39. Okungbowa, F. I., H. O. Shittu, dan H. O. Obiazikwor. 2021. "Endophytic bacteria: Hidden protective associates of plants against biotic and abiotic stresses." *Notulae Scientia Biologicae* 11, no. 2: 167–74. <https://doi.org/10.15835/nsb11210423>.
40. Pangouw, E., J. Posangi, W. A. Lolo, dan R. Bara. 2020. "Uji aktivitas antibakteri jamur endofit pada daun dan batang tumbuhan kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*." *Pharmacoon* 9, no. 2: 211. <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.29273>.
41. Portal, E. A. R., C. Farley, T. Iannetelli, J. Coelho, A. Efstratiou, S. D. Bentley, V. J. Chalker, dan O. B. Spiller. 2025. "Agar-dilution is comparable to broth dilution for MIC determination in *Streptococcus agalactiae*." *Antibiotics (Basel, Switzerland)* 14, no. 2. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14020156>.
42. Prihati, Dwi Retna, Y. T. Rohimah, dan T. Lestari. 2021. *Monograf tumbuhan bajakah sebagai alternatif*. [Tempat Penerbitan Tidak Diketahui]: [Penerbit Tidak Diketahui].
43. Ramadhanty, M. A., A. T. Lunggani, dan Nurhayati. 2021. "Isolasi bakteri endofit asal tumbuhan mangrove *Avicennia marina* dan kemampuannya sebagai antimikroba patogen *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi* secara in vitro." *Niche Journal of Tropical Biology* 4, no. 1: 16–22. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/niche>.
44. Retnaningsih, A., A. Primadhamanti, dan A. Febrianti. 2019. "Inhibitory test of purple leaf ethanol extract (*Graptophyllum pictum* (L.) Griff) on *Staphylococcus epidermidis* bacteria and *Propionibacterium acnes* bacteria causes of acne." *Jurnal Analisis Farmasi* 4, no. 1: 1–9.
45. Rohmania, A. 2021. "Uji aktivitas antibakteri fraksi etanol batang bajakah tampala (*Spatholobus littoralis* Hassk.) terhadap bakteri *Bacillus subtilis* dan *Escherichia coli*." Skripsi S1, [Nama Universitas Tidak Diketahui].
46. Rollando. 2019. "Senyawa anti bakteri dari fungi endofit." Dalam *Universitas Nusantara PGRI Kediri*, vol. 01. [Tempat Penerbitan Tidak Diketahui]: [Penerbit Tidak Diketahui].
47. Sari, M. P., A. K. Wijaya, B. Hidayatullah, R. A. Sirodj, dan M. W. Afgani. 2023. "Penggunaan metode etnografi dalam penelitian sosial." *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer* 3, no. 01: 84–90. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v3i01.1956>.
48. Sulung, U., dan M. Muspawi. 2024. "Memahami sumber data penelitian: Primer, sekunder, dan tersier." *Edu Research* 5, no. 3: 1–12. <https://doi.org/10.47827/jer.v5i3.238>.
49. Suryani, Y., O. Taupiqurrahman, dan Y. Kulsum. 2020. "Mikologi." Dalam *Sustainability (Switzerland)*, vol. 11, no. 1. [Tempat Penerbitan Tidak Diketahui]: [Penerbit Tidak Diketahui].
50. Xia, Y., J. Liu, C. Chen, X. Mo, Q. Tan, Y. He, Z. Wang, J. Yin, dan G. Zhou. 2022. "The multifunctions and future prospects of endophytes and their metabolites in plant disease management." *Microorganisms* 10, no. 5. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10051072>.
51. Zamilah, M., U. Ruhimat, dan D. Setiawan. 2020. "Media alternatif kacang tanah untuk pertumbuhan bakteri." *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science (Joimedlabs)* 1, no. 1: 57–65. <https://doi.org/10.53699/joimedlabs.v1i1.11>.