

**BIOPROSPEKSI KAPANG ENDOFIT *Taxus sumatrana* SERTA
EKSPLORASI PRODUKSI SENYAWA ANTIBIOTIK
PADA BERBAGAI MEDIA CAIR**

SKRIPSI

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



Disusun oleh:
Sofia Zulaiha
22106040038

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2026**

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2187/Un.02/DST/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : Bioprospeksi Kapang Endofit *Taxus sumatrana* serta Eksplorasi Produksi Senyawa Antibiotik pada Berbagai Media Cair

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SOFIA ZULAIHA
Nomor Induk Mahasiswa : 22106040038
Telah diujikan pada : Jumat, 21 Agustus 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a8fd0a4c9897



Penguji I

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
SIGNED

Valid ID: 6a8fce2b56c4d



Penguji II

Agessy Ika Nurlita, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a8e4ef6b7b0a



Yogyakarta, 21 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a8fc2fd746d

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Sofia Zulaiha
NIM : 22106040038
Jurusan : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Bioprospeksi Kapang Endofit *Taxus sumatrana* serta Eksplorasi Produksi Senyawa Antibiotik pada Berbagai Media Cair” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 27 Agustus 2026



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp :

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Sofia Zulaiha
NIM 22106040038

Judul Skripsi : Bioprospeksi Kapang Endofit *Taxus sumatrana* serta Eksplorasi
Produksi Senyawa Antibiotik pada Berbagai Media Cair

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 8 Agustus 2026

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M. Si.
NIP. 19750515 200003 2 001



TT ELEKTRONIK

Lira Windriawati Listriyani, S. TP., M. Si.
NIP. 19880315 201801 2 003



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR, silakan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

MOTTO

“Life has taught me that you will grow through what you go through.”

(Eric Thomas)

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirmu, dan apa yang ditakdirkan untukmu tidak akan pernah melewatkanmu”

(Umar Bin Khattab)

“Namun baiknya Allah, di ujung tenagaku yang hampir habis, Allah menyelipkan sabar agar aku tidak runtuh, tidak kehilangan arah dan tidak kehilangan diriku sendiri. Baiknya Allah, Dia memberiku keyakinan untuk tetap berdiri dan percaya bahwa dibalik sedih dan luka yang kupendam, ada hadiah yang telah Dia siapkan untukku.”

(Marhamah Nurqolbi)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas izin dan ridho-Nya, penelitian dan Penulisan skripsi ini yang berjudul "Bioprospeksi Kapang Endofit *Taxus sumatrana* serta Eksplorasi Produksi Senyawa Antibiotik pada Berbagai Media Cair" dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, suri tauladan terbaik bagi Penulis.

Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menempuh pendidikan program Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penulis memahami sepenuhnya bahwa keberhasilan ini berkat doa, dorongan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara materi maupun moral.

Dengan kerendahan hati, Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M. Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah memberikan izin kepada Penulis untuk melaksanakan penelitian dan menyelesaikan studi.
2. Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah memberikan arahan, dukungan, serta kemudahan administrasi selama Penulis menempuh pendidikan.
3. Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I, yang dengan penuh kesabaran, ketulusan, dan keikhlasan telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan ilmu yang tak ternilai kepada Penulis selama proses penelitian dan Penulisan skripsi.
4. Ibu Lira Windriawati Listriyani, S.TP., M.Si. selaku Pembimbing II, yang dengan penuh kesabaran, perhatian, dan ketulusan hati telah membimbing serta mengarahkan Penulis sejak awal hingga akhir penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas segala waktu, ilmu, dan bimbingan yang Ibu berikan dengan penuh keikhlasan. Penulis sangat

berterima kasih atas setiap masukan, koreksi, dan semangat yang Ibu berikan, yang telah menjadi cahaya di tengah kebingungan Penulis. Pengorbanan dan dedikasi Ibu dalam mendampingi Penulis adalah sesuatu yang tidak akan pernah Penulis lupakan.

5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, terkhusus Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Biologi, yang dengan tulus telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbing Penulis selama menempuh perkuliahan.
6. Bapak dan Ibu periset di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Serpong, khususnya tim Laboratorium Bioteknologi yang telah menerima, membimbing, dan mendampingi Penulis selama penelitian berlangsung. Terima kasih atas ilmu, arahan, bimbingan teknis, serta pengalaman berharga yang telah diberikan. Penulis sangat berterima kasih atas kesabaran dan keikhlasan Bapak dan Ibu dalam berbagi pengetahuan serta memfasilitasi Penulis selama berada di laboratorium. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan motivasi yang diberikan, yang membuat masa penelitian menjadi pengalaman yang tak terlupakan.
7. Kedua orang tua Penulis, Mama dan Bapak tercinta, terima kasih karena doanya selalu lebih kuat dari rasa takut Penulis, kasih sayang yang tulus, pengorbanan yang tak terhingga, serta dukungan moral dan materil yang telah diberikan sejak awal hingga saat ini. Terima kasih telah menjadi tempat pulang terbaik dan selalu percaya pada kemampuan Penulis. Setiap tetes keringat dan air mata perjuangan ini Penulis persembahkan untuk Mama dan Bapak.
8. Mba Dayah, Mas Wie, Arka, dan Almeera selaku saudara dan keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, dan keceriaan dalam setiap langkah Penulis. Terima kasih atas doa dan kasih sayang yang selalu mengalir untuk Penulis.

9. Hanan Nazahah Nur Hamidah, Divania Sekaraisya Noorahma dan Styah Dwi Murti, sahabat terbaik Penulis, yang selalu setia menemani suka duka selama masa perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, tawa, tangis, dukungan, dan pengertian yang telah diberikan.
10. Abdurrahman Labib, yang senantiasa memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi kepada Penulis selama proses penyusunan skripsi. Terima kasih atas waktu, perhatian, kesabaran, dan segala bentuk bantuan yang telah diberikan, serta atas kesediaannya untuk selalu mendampingi Penulis dalam melalui berbagai proses hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
11. Terima kasih kepada diri saya sendiri, Sofia Zulaiha, yang memilih untuk bertahan meski terasa tidak tertahan dan terus berjalan meskipun perjalanan tidak pernah mudah. Perjuangan 15 kali kegagalan mencoba masuk kuliah selama dua tahun telah mengajarkan bahwa ketekunan dan keyakinan akan membawa pada titik ini. Penulis bangga dengan diri sendiri karena telah membuktikan bahwa setiap kegagalan adalah langkah menuju keberhasilan.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan pemikiran berharga demi kelancaran dan keberhasilan Penulisan skripsi ini.

Semoga semua dukungan, bimbingan, dan arahan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini menjadi amal yang mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga Penulis terbuka sepenuhnya terhadap kritik dan saran yang dapat memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini. Semoga naskah ini dapat memberikan manfaat, informasi, dan inspirasi bagi Penulis maupun para pembaca serta pihak-pihak yang berkepentingan. Penulis juga berharap pengalaman dan proses belajar yang telah dilalui dapat menjadi bekal berharga untuk pengembangan ilmu dan kemampuan di masa depan. *Aamiin Ya Rabbal Alamin.*

Yogyakarta, 29 Juli 2026

Penulis

Bioprospeksi Kapang Endofit *Taxus sumatrana* serta Eksplorasi Produksi Senyawa Antibiotik pada Berbagai Media Cair

Sofia Zulaiha
22106040038

ABSTRAK

Antimicrobial Resistance (AMR) merupakan krisis kesehatan global yang mengancam efektivitas terapi infeksi bakteri, sehingga eksplorasi sumber senyawa antibakteri alternatif terus diperlukan. Penelitian ini bertujuan mengetahui potensi kapang endofit dari *Taxus sumatrana* sebagai penghasil senyawa antibakteri serta mengoptimasi produksinya pada berbagai media cair. Sebanyak 19 galur kapang endofit dari daun dan ranting *T. sumatrana* dikarakterisasi secara makroskopis-mikroskopis, kemudian diskriminasi aktivitas antibakterinya terhadap *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300, *Escherichia coli* ATCC 25922, dan *Bacillus subtilis* ATCC 6633. Lima galur terpilih (TS.1, TS.13, TS.16, TS.19.1, TS.22) difermentasi pada tujuh media cair dengan dua kondisi agitasi (statis dan 220 rpm) selama 7 hari pada suhu 28°C. Ekstrak metabolit sekunder diuji aktivitasnya dan dianalisis profilnya menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Hasil menunjukkan galur TS.13 memiliki aktivitas tertinggi terhadap MRSA ATCC 43300 pada media *Potato Dextrose Broth* (PDB) agitasi (23,17 mm) dan *Czapek-Dox Broth* (CDB) agitasi (23,11 mm). Media *Taxus Leaf Broth* (TLB) agitasi menginduksi aktivitas terhadap *E. coli* (17,44 mm) yang tidak terdeteksi pada media lain. Analisis HPLC menunjukkan PDB dan CDB menghasilkan profil metabolit paling kompleks, sedangkan TLB menghasilkan puncak spesifik yang berkorelasi dengan aktivitas terhadap *E. coli*. Uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan variasi media berpengaruh signifikan terhadap aktivitas terhadap *B. subtilis* ($p = 0,003$), sementara uji *Mann-Whitney U* menunjukkan kondisi agitasi tidak berpengaruh signifikan ($p > 0,05$). Temuan ini membuka peluang eksplorasi lebih lanjut kapang endofit *T. sumatrana*, khususnya galur TS.13, sebagai kandidat sumber senyawa antibakteri terhadap patogen prioritas yang resisten antibiotik konvensional.

Kata Kunci: Antibakteri; Bioprospeksi; HPLC; Kapang endofit; MRSA ATCC 43300; *Taxus sumatrana*

Bioprospecting of Endophytic Fungi from *Taxus sumatrana* and Exploration of Antibiotic Compound Production in Various Liquid Media

Sofia Zulaiha
22106040038

ABSTRACT

*Antimicrobial Resistance (AMR) has become a global health crisis threatening the effectiveness of bacterial infection therapy, making the exploration of alternative antibacterial compound sources continuously necessary. This study aimed to determine the potential of endophytic fungi from *Taxus sumatrana* as antibacterial compound producers and to optimize their production in various liquid media. A total of 19 endophytic fungal strains isolated from the leaves and twigs of *T. sumatrana* were characterized macroscopically and microscopically, followed by screening of their antibacterial activity against Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300, *Escherichia coli* ATCC 25922, and *Bacillus subtilis* ATCC 6633. Five selected strains (TS.1, TS.13, TS.16, TS.19.1, and TS.22) were fermented in seven liquid media under two agitation conditions (static and 220 rpm) for 7 days at 28°C. The secondary metabolite extracts were tested for antibacterial activity and profiled using High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Results showed that strain TS.13 was superior, exhibiting the highest activity against MRSA ATCC 43300 in agitated Potato Dextrose Broth (PDB) (23.17 mm) and agitated Czapek-Dox Broth (CDB) (23.11 mm). Agitated *Taxus* Leaf Broth (TLB) successfully induced activity against *E. coli* (17.44 mm), undetected in other media. HPLC analysis revealed that PDB and CDB produced the most complex metabolite profiles, while TLB generated a specific peak correlated with activity against *E. coli*. The Kruskal-Wallis test showed that media variation significantly affected activity against *B. subtilis* ($p = 0.003$), whereas the Mann-Whitney U test indicated agitation condition had no significant effect ($p > 0.05$). These findings open opportunities for further exploration of the endophytic fungus *T. sumatrana*, particularly strain TS.13, as a candidate source of antibacterial compounds against priority pathogenic bacteria resistant to conventional antibiotics.*

Keywords: Antibacterial; Bioprospection; Endophytic mold; HPLC; MRSA ATCC 43300; *Taxus sumatrana*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan.....	4
D. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Mekanisme <i>Antimicrobial Resistance</i> (AMR)	5
B. <i>Bacillus subtilis</i> , MRSA dan <i>Escherichia coli</i> sebagai Bakteri Uji	6
C. Produksi Metabolit Sekunder pada Kapang Endofit.....	7
D. <i>Taxus sumatrana</i> dan Potensinya sebagai Sumber Antibakteri.....	8
E. Variasi Media Fermentasi untuk Optimasi Produksi Metabolit Sekunder Kapang Endofit <i>Taxus sumatrana</i>	11
F. Metode Uji Aktivitas Antibakteri dan Analisis Senyawa	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan	16
B. Alat dan Bahan.....	16
C. Cara Kerja	18
1. Regenerasi Galur Kapang Endofit	18
2. Karakterisasi Makroskopis dan Mikroskopis Kapang	18
3. Produksi Ekstrak Metabolit Sekunder Kapang	19
5. Optimasi Kondisi agitasi	20
6. Ekstraksi Metabolit Sekunder Hasil Optimasi Fermentasi	22
7. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Hasil Optimasi.....	23
8. Analisis data	23
9. Profiling Metabolit Sekunder	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
A. Karakterisasi Galur Kapang Endofit <i>Taxus sumatrana</i>	25
B. Skrining Aktivitas Antibakteri Seluruh Galur	31
C. Pengaruh Variasi Media Fermentasi dan Kondisi Agitasi terhadap Aktivitas Antibakteri	34

1. Pengaruh Variasi Media terhadap Aktivitas Antibakteri	37
2. Pengaruh Kondisi Agitasi dan Statis	41
3. Perbandingan Aktivitas Antar Galur	43
4. Media dan Kondisi Optimal untuk Produksi Antibakteri.....	45
D. Profil HPLC Galur Terpilih.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
A. Kesimpulan	57
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN.....	62



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kode galur kapang endofit <i>Taxus sumatrana</i> yang digunakan dalam penelitian.....	17
Tabel 2. Karakterisasi Makroskopis Kapang Endofit <i>Taxus sumatrana</i>	25
Tabel 3. Karakterisasi Mikroskopis Kapang Endofit <i>Taxus sumatrana</i>	28
Tabel 4. Diameter zona hambat (mm) ekstrak hasil fermentasi kapang endofit <i>Taxus sumatrana</i> pada berbagai variasi media dan kondisi agitasi terhadap MRSA ATCC 43300.....	35
Tabel 5. Diameter zona hambat (mm) ekstrak hasil fermentasi kapang endofit <i>Taxus sumatrana</i> pada berbagai variasi media dan kondisi agitasi terhadap <i>Escherichia coli</i>	36
Tabel 6. Diameter zona hambat (mm) ekstrak hasil fermentasi kapang endofit <i>Taxus sumatrana</i> pada berbagai variasi media terhadap <i>Bacillus subtilis</i>	37

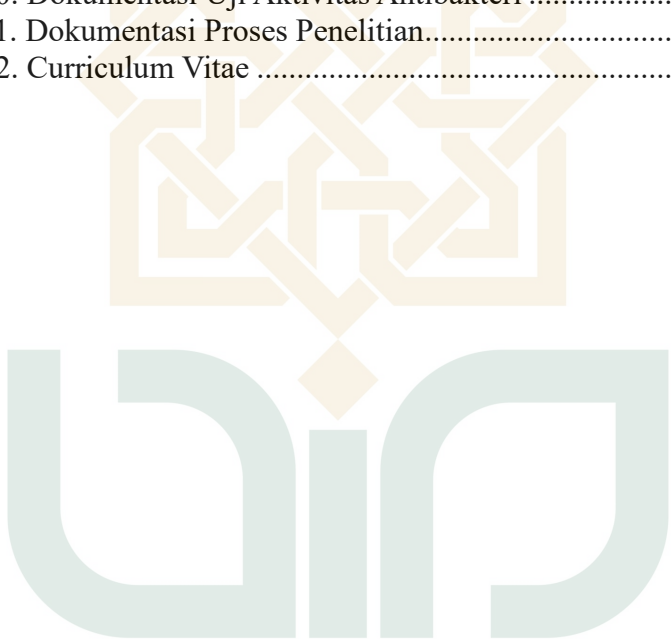
DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Dokumentasi *Taxus sumatrana* oleh Antonio Martín Regueiras pada November 2023. Sumber: iNaturalist observation, diakses pada 24 Mei 2025. 9
- Gambar 2. Karakteristik morfologi makroskopis galur kapang endofit *Taxus sumatrana*. (A) TS.1, (B) TS.2, (C) TS.3.1, (D) TS.3.2, (E) TS.5, (F) TS.6, (G) TS.9, (H) TS.10, (I) TS.11, (J) TS.13, (K) TS.14, (L) TS.15, (M) TS.16, (N) TS.17, (O) TS.19.1, (P) TS.20, (Q) TS.21.1, (R) TS.21.2, dan (S) TS.22. Koloni ditampilkan tampak atas dan tampak bawah yang ditumbuhkan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) setelah inkubasi selama 7–14 hari pada suhu 28 °C. 26
- Gambar 3. Karakteristik mikroskopis isolat kapang endofit *Taxus sumatrana*. (A) TS.1, (B) TS.2, (C) TS.3.1, (D) TS.3.2, (E) TS.5, (F) TS.6, (G) TS.9, (H) TS.10, (I) TS.11, (J) TS.13, (K) TS.14, (L) TS.15, (M) TS.16, (N) TS.17, (O) TS.19.1, (P) TS.20, (Q) TS.21.1, (R) TS.21.2, dan (S) TS.22. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop digital pada perbesaran 300–1000×. 29
- Gambar 4. Diameter zona hambat ekstrak kapang endofit *Taxus sumatrana* terhadap bakteri uji *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA ATCC 43300), *Escherichia coli*, dan *Bacillus subtilis*. 31
- Gambar 5. Profil kromatogram HPLC metabolit sekunder ekstrak fermentasi galur kapang endofit TS.13 pada berbagai media cair. (A) PDB, (B) MEB, (C) SDB, (D) YES, (E) CDB, (F) Wi dan (G) TLB. 47

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Mentah Diameter Zona (Tahap Skrining)	62
Lampiran 2. Data Berat Ekstrak Optimasi Media Fermentasi dan Skrining.....	63
Lampiran 3. <i>Output</i> Uji Normalitas <i>Shapiro-Wilk</i>	64
Lampiran 4. <i>Output</i> Uji Homogenitas <i>Levene's Test</i>	64
Lampiran 5. <i>Output</i> Uji <i>Kruskal-Wallis</i> (Pengaruh Media)	65
Lampiran 6. <i>Output</i> Uji <i>Mann-Whitney U</i> (Pengaruh Agitasi)	65
Lampiran 7. Kromatogram HPLC Galur TS.13 (Kondisi Agitasi)	66
Lampiran 8. Kromatogram HPLC Galur TS.13 (Kondisi Statis).....	68
Lampiran 9. Tabel Data HPLC Galur TS.13 pada Berbagai Media Cair.....	70
Lampiran 10. Dokumentasi Uji Aktivitas Antibakteri	71
Lampiran 11. Dokumentasi Proses Penelitian.....	74
Lampiran 12. Curriculum Vitae	75



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Antimicrobial Resistance (AMR) kini menjadi salah satu krisis kesehatan global yang serius karena mengancam efektivitas pengobatan berbagai penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri. *Laporan Global Burden of Bacterial Antimicrobial Resistance* menunjukkan bahwa pada tahun 2021 terdapat 1,14 juta kematian yang secara langsung disebabkan oleh AMR dan 4,71 juta kematian yang terkait dengannya. Jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat apabila tidak dilakukan upaya pengendalian yang efektif. Bahkan, kematian akibat AMR diproyeksikan dapat mencapai 8,22 juta kasus per tahun pada tahun 2050 (Naghavi *et al.*, 2024).

Tingginya angka kematian akibat AMR berkaitan erat dengan meningkatnya prevalensi bakteri patogen yang resisten terhadap berbagai antibiotik. Berdasarkan *Bacterial Priority Pathogens List* (BPPL), *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Escherichia coli* termasuk dalam kelompok patogen prioritas tinggi yang memerlukan perhatian khusus dalam pengembangan terapi antibakteri baru (World Health Organization, 2024). MRSA ATCC 43300 merupakan bakteri Gram-positif yang telah menunjukkan resistensi terhadap berbagai antibiotik β -laktam, MRSA ATCC 43300 dapat menyebabkan berbagai infeksi pada manusia, seperti infeksi kulit dan jaringan lunak, pneumonia, osteomielitis, endokarditis, dan otitis media. Selain itu, MRSA ATCC 43300 juga dapat menyebabkan keracunan makanan dan sepsis (Algammal *et al.*, 2020). *E. coli* merupakan bakteri Gram-negatif yang dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia, seperti diare, infeksi saluran kemih, pielonefritis, dan sepsis dan memiliki mekanisme resistensi terhadap berbagai golongan antibiotik (Sora *et al.*, 2021). Kondisi ini menunjukkan urgensi pencarian sumber

senyawa antibakteri baru yang efektif dalam mengatasi infeksi yang disebabkan oleh bakteri resisten.

Pendekatan yang dapat dilakukan adalah melalui bioprospeksi sumber daya hayati yang berpotensi menghasilkan senyawa bioaktif. Kapang endofit merupakan mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit pada inangnya dan diketahui mampu menghasilkan berbagai metabolit sekunder yang memiliki aktivitas biologis penting. Kapang endofit mampu menghasilkan senyawa golongan alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, terpenoid, serta berbagai metabolit lainnya yang berpotensi sebagai antibakteri. Menariknya, kapang endofit sering kali menghasilkan senyawa yang mirip, identik, bahkan lebih aktif dibandingkan senyawa yang diproduksi oleh tanaman inangnya akibat proses koevolusi yang berlangsung dalam jangka waktu panjang (Sari *et al.*, 2024).

Tanaman yang berpotensi menjadi sumber kapang endofit penghasil metabolit bioaktif adalah *Taxus sumatrana* atau cemara Sumatra. Tanaman ini diketahui mampu menghasilkan berbagai senyawa paclitaxel yang memiliki aktivitas biologis tinggi dan telah banyak dimanfaatkan dalam bidang farmasi, terutama sebagai antikanker (Kurniawan *et al.*, 2025). Kemampuan *Taxus sumatrana* menghasilkan metabolit bernilai farmasi menunjukkan bahwa mikroba endofit yang hidup berasosiasi dengannya juga berpotensi menghasilkan senyawa bioaktif yang menarik untuk dieksplorasi.

Meskipun demikian, informasi mengenai potensi kapang endofit asal *Taxus sumatrana* sebagai penghasil senyawa antibakteri terhadap bakteri prioritas seperti MRSA ATCC 43300 dan *Escherichia coli* ATCC 25922 masih sangat terbatas. Selain itu, informasi mengenai profil metabolit sekunder yang dihasilkan maupun kondisi agitasi yang optimal untuk meningkatkan produksi senyawa bioaktifnya juga belum banyak dilaporkan.

Produksi senyawa bioaktif oleh kapang memerlukan ketersediaan nutrisi yang memadai, meliputi sumber karbon sebagai penyedia energi, sumber nitrogen untuk sintesis protein dan asam nukleat, serta berbagai mineral yang berperan sebagai kofaktor enzim. Perbedaan komposisi media

fermentasi dapat memengaruhi pertumbuhan biomassa maupun biosintesis metabolit sekunder yang dihasilkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi potensi kapang endofit asal *Taxus sumatrana* sebagai penghasil senyawa antibakteri serta optimasi produksi metabolit dilakukan menggunakan tujuh jenis media cair, yaitu *Potato Dextrose Broth* (PDB), *Malt extract Broth* (MEB), *Sabouraud Dextrose Broth* (SDB), *Yeast extract Sucrose* (YES), *Czapek-Dox Broth* (CDB), *Wickerham Broth* (Wi) dan *Taxus Leaf Broth* (TLB), serta dua kondisi agitasi, yaitu agitasi dan statis. Aktivitas antibakteri ekstrak yang dihasilkan kemudian diuji terhadap *Bacillus subtilis* ATCC 6633 sebagai bakteri Gram-positif model, serta terhadap patogen prioritas MRSA ATCC 43300 dan *Escherichia coli* ATCC 25922. Selain itu, profil metabolit sekunder dari galur terpilih dianalisis menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) untuk memperoleh gambaran mengenai senyawa yang berpotensi berperan dalam aktivitas antibakteri yang dihasilkan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat galur kapang endofit dari *Taxus sumatrana* yang memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300 dan *Escherichia coli* ATCC 25922?
2. Bagaimana pengaruh variasi kondisi fermentasi terhadap bioaktivitas galur kapang endofit terpilih?
3. Bagaimana profil metabolit sekunder yang dihasilkan oleh galur kapang endofit terpilih?

C. Tujuan

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyeleksi galur kapang endofit dari tanaman *Taxus sumatrana* yang memiliki kemampuan antagonisme terhadap *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Escherichia coli* ATCC 25922, dan *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300.
2. Menentukan kondisi fermentasi yang paling efektif dalam meningkatkan bioaktivitas galur kapang endofit terpilih.
3. Mengkarakterisasi profil metabolit sekunder yang dihasilkan oleh galur kapang endofit terpilih.

D. Manfaat

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai potensi kapang endofit dari *Taxus sumatrana* sebagai penghasil antibiotik.
2. Mengetahui pengaruh variasi kondisi fermentasi terhadap produksi antibiotik kapang endofit.
3. Menjadi dasar pengembangan sumber antibiotik baru berbasis mikroba endofit dari tanaman lokal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat galur kapang endofit dari *Taxus sumatrana* yang memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Bacillus subtilis* ATCC 6633, MRSA ATCC 43300, dan *Escherichia coli* ATCC 25922.
2. Variasi kondisi fermentasi berpengaruh terhadap bioaktivitas galur kapang endofit terpilih, dan kondisi tertentu terbukti paling efektif dalam meningkatkan aktivitas antibakteri.
3. Profil metabolit sekunder dari galur kapang endofit terpilih berhasil dikarakterisasi, menunjukkan adanya senyawa-senyawa yang bertanggung jawab terhadap aktivitas antibakteri.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ada, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan berupa fraksinasi ekstrak menggunakan teknik kromatografi kolom untuk mengisolasi senyawa aktif yang bertanggung jawab atas aktivitas antibakteri, serta identifikasi struktur kimia senyawa tersebut menggunakan LC-MS/MS atau NMR. Perlu dilakukan uji aktivitas antibakteri pada setiap fraksi (*bioassay-guided fractionation*) untuk memastikan senyawa yang benar-benar berperan dalam aktivitas biologis. Uji toksisitas dan keamanan senyawa aktif juga perlu dilakukan sebelum dapat diaplikasikan secara klinis. Selain itu, disarankan untuk melakukan identifikasi molekuler galur TS.13 menggunakan sekuensing daerah ITS untuk memastikan identitas taksonomi secara akurat. Penelitian lebih lanjut juga diperlukan untuk mengoptimalkan produksi senyawa aktif pada skala yang lebih besar serta menguji aktivitas senyawa secara *in vivo* untuk memastikan efektivitas dan keamanannya pada organisme hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, S., Chavan, P., & Dufossé, L. (2024). Hidden Treasure: Halophilic Fungi as a Repository of Bioactive Lead Compounds. In *Journal of Fungi* (Vol. 10, Number 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/jof10040290>
- Algammal, A. M., Hetta, H. F., Elkelish, A., Alkhalifah, D. H. H., Hozzein, W. N., Batiha, G. E. S., Nahhas, N. El, & Mabrok, M. A. (2020). Methicillin-resistant staphylococcus aureus (MRSA): One health perspective approach to the bacterium epidemiology, virulence factors, antibiotic-resistance, and zoonotic impact. *Infection and Drug Resistance*, 13, 3255–3265. <https://doi.org/10.2147/IDR.S272733>
- Aini, M. (2023). The Effect of Modified Media on The Antibacterial Activity of The Sea Sponge Symbion Fungi, *Fusarium solani*. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 546–553. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i3.5281>
- Ali Hasan, Z., Ifitah, I., Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, P., Kemenkes Makassar, P., & Selatan, S. (2024). Analisis Potensi Dangke sebagai Medium Alternatif dalam Pertumbuhan *Aspergillus* sp. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*.
- Barák, I. (2021). Special issue “*bacillus subtilis* as a model organism to study basic cell processes.” In *Microorganisms* (Vol. 9, Number 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9122459>
- Conrado, R., Gomes, T. C., Roque, G. S. C., & De Souza, A. O. (2022). Overview of Bioactive Fungal Secondary Metabolites: Cytotoxic and Antimicrobial Compounds. In *Antibiotics* (Vol. 11, Number 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11111604>
- Dadgostar, P. (2019). Antimicrobial resistance: implications and costs. In *Infection and Drug Resistance* (Vol. 12, pp. 3903–3910). Dove Medical Press Ltd. <https://doi.org/10.2147/IDR.S234610>
- de Matos, R. M., Nunes Pereira, B. V., Converti, A., de Albuquerque Lima Duarte, C., & de Araújo Viana Marques, D. (2023). BIOACTIVE COMPOUNDS OF FILAMENTOUS FUNGI WITH BIOLOGICAL ACTIVITY: A SYSTEMATIC REVIEW. *Revista de Gestao Social e Ambiental*, 17(2). <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n2-020>
- Dombrink-Kurtzman, M. A., & Blackburn, J. A. (2005). Evaluation of several culture media for production of patulin by *Penicillium* species. *International Journal of Food Microbiology*, 98(3), 241–248. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.07.006>
- Gaub, A., & Rahman, K. M. (2023). Evaluation of Antibiotic Resistance Mechanisms in Gram-Negative Bacteria. In *Antibiotics* (Vol. 12, Number 11). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/antibiotics12111590>
- Harmilleni, Saragih, G., Handayani, T. R., Mirnandaulia, M., Ginting, C. N., & Fachrial Edy. (2023). *Mikroba Endofit dalam Dunia Kesehatan* (F. Piska, Ed.). UNPRI Press.
- Kamal, I., Arrofa, N., Susila, Yulita, K. S., Rachmat, H. H., & Susilowati, A.

- (2023). Genetic variation and phylogenetic position of *Taxus sumatrana* (Miq.) de Laub. (Taxaceae) in Sumatra, Indonesia based on trnL-trnF region. *Biodiversitas*, 24(9), 5155–5166. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240960>
- Kurniawan, R., Sukrasno, S., Ashari, A., & Suhartati, T. (2025). Diving into paclitaxel: isolation and screening content from *Taxus sumatrana* at Singgalang Conservation Center, West Sumatra. *Natural Product Research*, 39(10), 2758–2762. <https://doi.org/10.1080/14786419.2024.2312540>
- Lee, D. S., Lee, S. J., Choe, H. S., & Giacobbe, D. R. (2018). Community-Acquired Urinary Tract Infection by *Escherichia coli* in the Era of Antibiotic Resistance. In *BioMed Research International* (Vol. 2018). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2018/7656752>
- Leepel, L. A., Hidayat, R., Puspitawati, R., Profesi, M., & Gigi, K. (2009). Alamat korespondensi: Departemen Biologi Oral, Fakultas kedokteran Gigi. *Universitas Indonesia Indonesian Journal of Dentistry*, 16(1), 58–63. <http://www.fkg.ui.edu>
- Li, Q. xi, Lin, F. cheng, & Su, Z. zhu. (2025). Endophytic fungi—Big player in plant-microbe symbiosis. In *Current Plant Biology* (Vol. 42). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2025.100481>
- Mascarin, G. M., Golo, P. S., de Souza Ribeiro-Silva, C., Muniz, E. R., de Oliveira Franco, A., Kobori, N. N., & Fernandes, É. K. K. (2024). Advances in submerged liquid fermentation and formulation of entomopathogenic fungi. In *Applied Microbiology and Biotechnology* (Vol. 108, Number 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00253-024-13287-z>
- Naghavi, M., Vollset, S. E., Ikuta, K. S., Swetschinski, L. R., Gray, A. P., Wool, E. E., Robles Aguilar, G., Mestrovic, T., Smith, G., Han, C., Hsu, R. L., Chalek, J., Araki, D. T., Chung, E., Raggi, C., Gershberg Hayoon, A., Davis Weaver, N., Lindstedt, P. A., Smith, A. E., ... Murray, C. J. L. (2024). Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. *The Lancet*, 404(10459), 1199–1226. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)01867-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01867-1)
- Patel, N., Dave, K., Patel, R., Vegad, K., & Kanaki, N. (2024). HPLC Based Metabolomic Fingerprint Profiling as A Comprehensive Quality Assessment Tool, Why Not for Standardization of Ayurvedic Herbs and Formulations? *Pharmacognosy Research*, 16(4), 677–687. <https://doi.org/10.5530/pres.16.4.79>
- Purnamasari, A., Andriyaningsih, F., Pamungkas, R. A., & Septiana, E. (2022). Pengaruh Variasi Media Pertumbuhan terhadap Aktivitas Peredaman Radikal Bebas DPPH Ekstrak Kapang Endofit Isolat Cb.D1 Effect of Variations of Growth Media on DPPH Free Radical Scavenging Activity of Endophytic Fungi Cb.D1 Isolate Extract. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*. <https://doi.org/10.22>
- Rajput, P., Nahar, K. S., & Rahman, K. M. (2024). Evaluation of Antibiotic Resistance Mechanisms in Gram-Positive Bacteria. In *Antibiotics* (Vol. 13, Number 12). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/antibiotics13121197>

- Ruiz, B., Chávez, A., Forero, A., García-Huante, Y., Romero, A., Snchez, M., Rocha, D., Snchez, B., Rodríguez-Sanoja, R., Sánchez, S., & Langley, E. (2010). Production of microbial secondary metabolites: Regulation by the carbon source. In *Critical Reviews in Microbiology* (Vol. 36, Number 2, pp. 146–167). <https://doi.org/10.3109/10408410903489576>
- Sahoo, R., Jadhav, S., & Nema, V. (2024). Journey of technological advancements in the detection of antimicrobial resistance. In *Journal of the Formosan Medical Association* (Vol. 123, Number 4, pp. 430–441). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2023.08.008>
- Sari, W. K., Periadnadi, P., & Nurmianti, N. (2024). Morphotype Analysis of Endophytic Fungus Isolated from *Taxus sumatrana* of Mount Singgalang, West Sumatra Region. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(3), 265–272. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i3.7154>
- Sora, V. M., Meroni, G., Martino, P. A., Soggiu, A., Bonizzi, L., & Zecconi, A. (2021). Extraintestinal pathogenic *Escherichia coli*: Virulence factors and antibiotic resistance. *Pathogens*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/pathogens10111355>
- Sy Pakaya, M., Zuriati Uno, W., Ramadani Putri Papeo, D., Rahmawaty Moo, D., & Farmasi Fakultas Olahraga dan Kesehatan, J. (2022). Isolasi dan Karakterisasi Jamur Endofit Lamun (*Thalassia hemprichii*) Dari Kawasan Teluk Tomini. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 4. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v4i1.45678>
- Tao, Z., Yuan, H., Liu, M., Liu, Q., Zhang, S., Liu, H., Jiang, Y., Huang, D., & Wang, T. (2023). Yeast Extract: Characteristics, Production, Applications and Future Perspectives. In *Journal of Microbiology and Biotechnology* (Vol. 33, Number 1, pp. 151–166). Korean Society for Microbiolog and Biotechnology. <https://doi.org/10.4014/jmb.2207.07057>
- Tironi, L. S., Carletto, L. B., Silva, E. O., Schripsema, J., & Luiz, J. H. H. (2024). Endophytic Fungi Co-Culture: An Alternative Source of Antimicrobial Substances. In *Microorganisms* (Vol. 12, Number 12). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/microorganisms12122413>
- Tsang, C. C., Tang, J. Y. M., Lau, S. K. P., & Woo, P. C. Y. (2018). Taxonomy and evolution of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Talaromyces* in the omics era – Past, present and future. In *Computational and Structural Biotechnology Journal* (Vol. 16, pp. 197–210). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2018.05.003>
- Visagie, C. M., Houbraken, J., Frisvad, J. C., Hong, S. B., Klaassen, C. H. W., Perrone, G., Seifert, K. A., Varga, J., Yaguchi, T., & Samson, R. A. (2014). Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. *Studies in Mycology*, 78(1), 343–371. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.001>
- Watkins, R. R., David, M. Z., & Salata, R. A. (2012). Current concepts on the virulence mechanisms of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. In *Journal of Medical Microbiology* (Vol. 61, Number PART 9, pp. 1179–1193). <https://doi.org/10.1099/jmm.0.043513-0>
- Wei, X., Wang, W. G., & Matsuda, Y. (2022). Branching and converging pathways

in fungal natural product biosynthesis. In *Fungal Biology and Biotechnology* (Vol. 9, Number 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s40694-022-00135-w>

Yue, Y., Yu, H., Li, R., Xing, R., Liu, S., & Li, P. (2015). Exploring the Antibacterial and Antifungal Potential of Jellyfish-Associated Marine Fungi by Cultivation-Dependent Approaches. *PLoS ONE*, 10(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144394>

Zhou, Y., Han, L. R., He, H. W., Sang, B., Yu, D. L., Feng, J. T., & Zhang, X. (2018). Effects of agitation, aeration and temperature on production of a novel glycoprotein gp-1 by streptomyces kanasensis zx01 and scale-up based on volumetric oxygen transfer coefficient. *Molecules*, 23(1).