

PENAPISAN RIZOBAKTERI ASAL RIZOSFER TANAMAN LADA PENGHASIL SENYAWA BIOAKTIF ANTIFUNGI FITOPATOGEN

ADISTI NURSIFA PUTRI



**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penapisan Rizobakteri asal Rizosfer Tanaman Lada Penghasil Senyawa Bioaktif Antifungi Fitopatogen” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Adisti Nursifa Putri
G3401211027

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

ADISTI NURSIFA PUTRI. Penapisan Rizobakteri asal Rizosfer Tanaman Lada Penghasil Senyawa Bioaktif Antifungi Fitopatogen. Dibimbing oleh ARIS TRI WAHYUDI dan IVAN PERMANA PUTRA.

Rizobakteri merupakan bakteri yang hidup di sekitar perakaran tanaman (rizosfer) dan dikenal sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* karena kemampuannya dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Rizobakteri menghasilkan metabolit sekunder seperti senyawa bioaktif antifungi untuk menghambat pertumbuhan fungi fitopatogen. Penelitian ini bertujuan menapis rizobakteri asal rizosfer tanaman lada yang memiliki aktivitas antifungi terhadap *Fusarium oxysporum* dan *Rhizoctonia solani*, mengetahui senyawa bioaktif dalam ekstrak rizobakteri, serta identifikasi gen 16S rRNA isolat terpilih. Uji aktivitas antifungi secara *in vitro* melalui metode *dual culture* dilakukan terhadap 19 isolat rizobakteri asal tanaman lada. Sebanyak dua isolat rizobakteri yang mempunyai aktivitas antifungi tertinggi dipilih untuk diekstraksi metabolit sekundernya dan dianalisis senyawanya bioaktifnya menggunakan instrumen *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Hasil uji aktivitas antagonistik menunjukkan, dari 19 isolat yang diuji, 6 isolat memiliki aktivitas antifungi terhadap *F. oxysporum*, dan 8 isolat mempunyai aktivitas antifungi terhadap *R. solani*. Aktivitas tertinggi terhadap *F. oxysporum* ditunjukkan oleh isolat BM3A5 (14,7%), sedangkan terhadap *R. solani* ditunjukkan oleh isolat TR212 (39%). Ekstrak kasar kedua isolat terpilih (BM3A5 dan TR212) menunjukkan bahwa keduanya memiliki senyawa bioaktif antifungi. Kelimpahan senyawa bioaktif tertinggi berdasarkan analisis GC-MS pada ekstrak kasar BM3A5 dan TR212 masing-masing adalah *Benzeneacetic acid* dan *n-Hexadecanoic acid*. Melalui analisis gen 16S rRNA menunjukkan isolat BM3A5 memiliki kemiripan dengan *Enterobacter hormaechei* ATCC 49162 dan TR212 dengan *Bacillus cereus* ATCC 14579.

Kata kunci: biokontrol, GC-MS, metabolit sekunder, PGPR



ABSTRACT

ADISTI NURSIFA PUTRI. Screening of Rhizobacteria from the Rhizosphere of Black Pepper Plants Producing Antifungal Bioactive Compounds Against Phytopathogenic Fungi. Supervised by ARIS TRI WAHYUDI and IVAN PERMANA PUTRA.

Rhizobacteria are bacteria that live in the area around plant roots (rhizosphere) and are known as *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* due to their ability to support plant growth. Rhizobacteria produce secondary metabolites such as antifungal bioactive compounds to inhibit the growth of phytopathogenic fungi. This study aimed to screen rhizobacteria isolated from the rhizosphere of pepper plants for their antifungal activity against *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*, identify bioactive compounds in the bacteria extracts, and determine the 16S rRNA gene sequence of selected isolates. Antifungal activity was conducted *in vitro* using *dual culture* method. A total 19 rhizobacteria isolates from pepper plants tested. Two rhizobacteria isolates with the highest antifungal activity were selected for secondary metabolites extraction and bioactive compounds analysis using *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). The antagonistic activity results showed that 6 out 19 isolates exhibited antifungal activity against *F. oxysporum*, and 8 isolates against *R. solani*. The activity against *F. oxysporum* was performed by isolate BM3A5 (14,7%), whereas against *R. solani*, it was performed by isolate TR212 (39%). Crude extracts of both isolates (BM3A5 and TR212) contained antifungal bioactive compounds. GC-MS analysis revealed that the most abundant bioactive compounds in the crude extracts from BM3A5 and TR212 were *Benzeneacetic acid* and *n-Hexadecanoic acid*, respectively. The 16S rRNA gene analysis showed that BM3A5 had the closest similarity with *Enterobacter hormaechei* ATCC 49162 and TR212 with *Bacillus cereus* ATCC 14579.

Keywords: biocontrol, GC-MS, secondary metabolites, PGPR

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENAPISAN RIZOBAKTERI ASAL RIZOSFER TANAMAN LADA PENGHASIL SENYAWA BIOAKTIF ANTIFUNGI FITOPATOGEN

ADISTI NURSIFA PUTRI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Biologi

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1 Dr. Dra. Yohana Caecillia Sulistyaningsih, M.Si.



Judul Skripsi : Penapisan Rizobakteri asal Rizosfer Tanaman Lada Penghasil
Senyawa Bioaktif Antifungi Fitopatogen

Nama : Adisti Nursifa Putri
NIM : G3401211027

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Aris Tri Wahyudi, M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Ivan Permana Putra, S.Si, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Biologi:
Prof. Dr. Ir. Iman Rusmana, M.Si.
NIP 196507201991031002

Tanggal Ujian : 22 Juli 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Januari 2025 hingga bulan Mei 2025 dengan judul “Penapisan Rizobakteri asal Rizosfer Tanaman Lada Penghasil Senyawa Bioaktif Antifungi Fitopatogen”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Prof. Dr. Aris Tri Wahyudi, M.Si. selaku pembimbing pertama dan Bapak Dr. Ivan Permana Putra, S.Si, M.Si. selaku pembimbing kedua, yang telah membimbing dan banyak memberi saran, motivasi, waktu untuk diskusi dan konsultasi, serta memberikan solusi dari permasalahan yang penulis hadapi selama penelitian dan penulisan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar dan dosen penguji, yang telah memberikan banyak saran dan masukan atas karya ilmiah ini. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Ibu Heni, Bapak Aldian, Ibu Neng, Bapak Septian dan yang lainnya selaku staf Laboratorium yang telah memberikan izin penggunaan Laboratorium sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada Kak Dinda Rista Anis Mufida, Kak Dova Kelvin Mesrian, Kak Orhinta Mutiara Jati, Kak Widya Esti Purwaningtyas, yang telah memberikan masukan, saran, dan membantu selama pengumpulan data, Annisa Fauzia dan Mahreza Tadsa Mayra sebagai teman satu bimbingan yang sangat suportif. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Nonagon, Putri, Revina, Carey, Owi, Annisa Fitria, Nurah, Hana, Hasna, teman-teman KKN Desa Karangtengah 2024 sebagai teman berbagi cerita dan pengalaman yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan selama penelitian dan penulisan karya ilmiah ini.

Penghargaan terbesar penulis sampaikan kepada kedua orang tua Bapak Rustandi dan Ibu Sri Suharti serta Kakak Ayu Wulandari Putri dan Adik Amelia Azzahra Putri yang tiada hentinya memberikan doa, motivasi dan kasih sayangnya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini dengan baik.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

Adisti Nursifa Putri

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Alat dan Bahan	3
2.3 Prosedur Kerja	3
2.3.1 Peremajaan Isolat Rizobakteri dan Fungi	3
2.3.2 Uji Antagonistik Rizobakteri Terhadap <i>F. oxysporum</i> dan <i>R. solani</i>	3
2.3.3 Pengamatan Morfologi Isolat Rizobakteri Terpilih	4
2.3.4 Ekstraksi Metabolit Sekunder	4
2.3.5 Analisis Kandungan Senyawa Bioaktif Penyusun Ekstrak	4
2.3.6 Identifikasi Bakteri Berdasarkan Sekuen 16S rRNA	4
III HASIL DAN PEMBAHASAN	6
3.1 Hasil	
3.1.1 Aktivitas Antagonistik Rizobakteri terhadap Fungi Fitopatogen	6
3.1.2 Karakteristik Morfologi Koloni dan Sel Rizobakteri Terpilih	7
3.1.3 Ekstraksi Senyawa Bioaktif Isolat Terpilih	8
3.1.4 Analisis Kandungan Senyawa Bioaktif Penyusun Ekstrak	8
3.1.5 Identifikasi Bakteri Berdasarkan Sekuen 16S rRNA	12
3.2 Pembahasan	14
IV SIMPULAN DAN SARAN	17
4.1 Simpulan	17
4.2 Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	21
RIWAYAT HIDUP	26

DAFTAR TABEL

1	Aktivitas antagonistik rizobakteri terhadap dua fungi uji <i>Fusarium oxysporum</i> dan <i>Rhizoctonia solani</i>	6
2	Persentase rendemen ekstrak kasar isolat rizobakteri terpilih	8
3	Sepuluh senyawa bioaktif dominan dalam ekstrak kasar isolat BM3A5	11
4	Sepuluh senyawa bioaktif dominan dalam ekstrak kasar isolat TR212	12
5	Pensejajaran sekuen 16S rRNA pada isolat rizobakteri terpilih	13

DAFTAR GAMBAR

1	Aktivitas antagonistik rizobakteri terhadap pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i> pada media PDA dengan metode <i>dual culture</i> isolat BM3A5 (A), RA2 (B), RA9 (C), RA12 (D), RB7 (E), TR212 (F), dan kontrol <i>F. oxysporum</i> (G)	7
2	Aktivitas antagonistik rizobakteri terhadap pertumbuhan <i>Rhizoctonia solani</i> pada media PDA dengan metode <i>dual culture</i> isolat BM3A5 (A), BTB7 (B), GK1A11 (C), GK2B11 (D), LA10 (E), RA9 (F), RB7 (G), TR212 (H), dan kontrol <i>R. solani</i> (I)	7
3	Karakter morfologi isolat rizobakteri yang diinkubasi selama 18 jam pada suhu ruang, koloni BM3A5 (A dan B), koloni TR212 (D dan E), morfologi sel bakteri dengan metode pewarnaan Gram BM3A5 (C), sel bakteri TR212 (F), diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 1000x	8
4	Kromatogram GC-MS ekstrak kasar isolat BM3A5. Panah merah menunjukkan 10 senyawa yang dominan	9
5	Kromatogram GC-MS ekstrak kasar isolat TR212. Panah merah menunjukkan 10 senyawa yang dominan	9
6	Visualisasi hasil elektroforesis pita 16S rRNA pada gel agarosa 0,8%, marker 1 Kb (M), isolat BM3A5 (1) dan isolat TR212 (2)	13
7	Hubungan kekerabatan isolat rizobakteri BM3A5 dan TR212 terhadap beberapa spesies berdasarkan gen 16S rRNA. Pohon kekerabatan dikonstruksi menggunakan metode <i>neighbor joining</i> dengan nilai <i>bootstrap</i> 1000x ulangan	13

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kode rizobakteri yang digunakan dan asal lokasinya	22
2	Pewarnaan Gram isolat rizobakteri asal rizosfer tanaman lada	23
3	Ekstrak kasar dari isolat rizobakteri	24
4	Hasil sekuensing gen 16S rRNA	24