

BAKTERI ENDOFIT SEBAGAI AGENS BIOPROTEKTAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG (*Sclerotium rolfsii*) PADA TANAMAN EDAMAME (*Glycine max* (L.) Merrill)

FITRIA RAMADHANTY USDAR



**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Bakteri Endofit Sebagai Agens Bioprotektan Penyakit Busuk Pangkal Batang *Sclerotium rolfsii* pada Tanaman Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill)” adalah karya saya dengan arahan dari komisi 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 di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis penelitian ini.

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

Bogor, Juli 2026

Fitria Ramadhanty Usdar
NIM A3502221007



RINGKASAN

FITRIA RAMADHANTY USDAR. Bakteri Endofit Sebagai Agens Bioprotektan Penyakit Busuk Pangkal Batang (*Sclerotium rolfsii*) pada Tanaman Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill). Dibimbing oleh ABDUL MUNIF dan GIYANTO.

Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) adalah sayuran hijau yang populer di negara-negara Asia, terutama Jepang. Tanaman ini dapat beradaptasi dengan semua jenis tanah dan memiliki siklus hidup yang pendek sehingga dapat dibudidayakan empat hingga lima kali dalam setahun. Namun demikian, produktivitasnya sering dibatasi oleh penyakit tanaman seperti busuk pangkal batang akibat cendawan *Sclerotium rolfsii*. Gejala penyakit ini berupa daun layu, daun menguning, pada leher akar terdapat spora jamur berwarna putih, pertumbuhan tanaman terhambat, dan hasil panen berkurang. Dalam pengelolaan penyakit ini, penggunaan bakteri endofit dinilai merupakan agens bioprotektan yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bakteri endofit yang potensial sebagai agens bioprotektan penyakit busuk pangkal batang *S.rolfsii* pada tanaman edamame (*Glycine max* (L.) Merrill). Tahapan dalam penelitian ini meliputi isolasi bakteri endofit, seleksi bakteri endofit berdasarkan uji hemolisis dan uji hipersensitivitas, uji antibiosis *in vitro*, uji aktivitas senyawa organik volatil, uji patogenisitas *S. rolfsii*, uji *in vivo* bakteri endofit dalam menekan *S. rolfsii* dan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, identifikasi morfologi, dan identifikasi molekuler tiga isolat potensial.

Sebanyak 64 isolat bakteri endofit berhasil diisolasi dari tanaman edamame. Hasil uji hemolitik menunjukkan bahwa 46 isolat tidak berpotensi sebagai patogen bagi manusia dan mamalia namun dari hasil uji hipersensitivitas terhadap tanaman, hanya 14 isolat memiliki kelayakan untuk digunakan pada tahap uji *in vitro*. Bakteri endofit yang diperoleh dari hasil seleksi uji keamanan hayati, uji antibiosis dan uji volatil memiliki efek penghambatan yang sangat bervariasi terhadap *S. rolfsii*. Berdasarkan seleksi menggunakan pembobotan kriteria antibiosis dan senyawa organik volatil diperoleh tiga isolat bakteri yaitu BPBR43, BKCR31, dan BKRR28 yang menunjukkan keefektifan tertinggi dalam menghambat pertumbuhan *S. rolfsii*. Aplikasi tiga isolat bakteri endofit memiliki kemampuan dalam menurunkan insidensi dan keparahan penyakit. Perlakuan tiga isolat bakteri endofit pada peubah panjang akar dan jumlah daun tidak memiliki perbedaan yang signifikan, sementara pada parameter panjang batang dan jumlah polong memiliki perbedaan yang signifikan. Perlakuan Isolat BKRR28 menghasilkan panjang batang tertinggi sementara perlakuan *S. rolfsii* tanpa bakteri endofit menghasilkan jumlah polong tertinggi. Hasil identifikasi molekuler menunjukkan bahwa BPBR43 dan BKRR28 memiliki kemiripan dengan *Brucella pseudogrignonensis* LOGO117 (PQ676078.1) sementara isolat BKCR31 memiliki kemiripan dengan *Bacillus subtilis* LSRBMoFPIKRGCFTRI7 (MN882713.1).

Kata kunci: antibiosis, identifikasi molekuler, keparahan penyakit

SUMMARY

FITRIA RAMADHANTY USDAR. Endophytic Bacteria as Bioprotectant Agents Against Basal Stem Rot Disease (*Sclerotium rolfsii*) in Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill). Supervised by ABDUL MUNIF and GIYANTO.

Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) is a green vegetable widely consumed in Asian countries, particularly Japan, the world's largest importer. This crop is adaptable to various soil types and has a short growing cycle, allowing it to be cultivated four to five times per year. One of the major diseases affecting edamame is basal stem rot caused by *Sclerotium rolfsii*. Symptoms of this disease include leaf wilting, leaf yellowing, white fungal mycelia at the stem base, stunted plant growth, and reduced yield. The use of endophytic bacteria as bioprotective agents is considered an environmentally friendly strategy for plant disease management. This study aimed to obtain potential endophytic bacteria as bioprotective agents against basal stem rot caused by *S. rolfsii* on edamame (*Glycine max* (L.) Merrill). The research consisted of endophytic bacterial isolation, selection based on hemolysis and hypersensitivity tests, *in vitro* antibiosis assay, volatile organic compound (VOC) assay, pathogenicity test of *S. rolfsii*, *in vivo* evaluation of endophytic bacteria for disease suppression and plant growth promotion, morphological characterization, and molecular identification of the three most promising isolates.

A total of 64 endophytic bacterial isolates were successfully isolated from edamame plants. The hemolysis assay showed that 46 isolates were non-hemolytic, indicating that they were unlikely to be pathogenic to humans and mammals. However, based on the hypersensitivity test, only 14 isolates were considered suitable for further *in vitro* evaluation. The selected endophytic bacteria exhibited highly variable inhibitory effects against *S. rolfsii* in both the antibiosis and volatile organic compound assays. Based on a weighted evaluation of antibiosis and volatile organic compound production, three bacterial isolates, namely BPBR43, BKCR31, and BKRR28, demonstrated the highest effectiveness in suppressing the growth of *S. rolfsii*. Application of these three endophytic bacterial isolates reduced both disease incidence and disease severity. The treatments had no significant effect on root length or leaf number, whereas significant differences were observed in stem length and pod number. Treatment with isolate BKRR28 resulted in the greatest stem length, whereas plants inoculated with *S. rolfsii* without endophytic bacterial treatment produced the highest number of pods. Molecular identification revealed that isolates BPBR43 and BKRR28 shared the highest sequence similarity with *Brucella pseudogrignonensis* LOGO117 (PQ676078.1), while isolate BKCR31 showed the highest sequence similarity with *Bacillus subtilis* LSRBMoFPIKRGCFTRI7 (MN882713.1).

Keywords: antibiosis, disease severity, molecular identification



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 2026
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.

BAKTERI ENDOFIT SEBAGAI AGEN BIOPROTEKTAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG (*Sclerotium rolfsii*) PADA TANAMAN EDAMAME (*Glycine max* (L.) Merrill)

FITRIA RAMADHANTY USDAR

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Fitopatologi

**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.

Judul Tesis: Bakteri Endofit Sebagai Agens Bioprotektan Penyakit Busuk Pangkal Batang *Sclerotium rolfsii* pada Tanaman Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill)

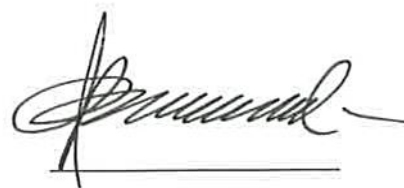
Nama: Fitria Ramadhanty Usdar

NIM: A3502221007

Disetujui oleh

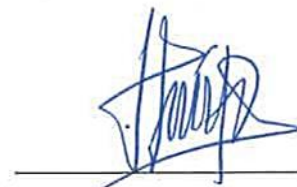
Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Abdul Munif, M.Sc, Agr.



Pembimbing 2:

Dr. Ir. Giyanto, M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. Giyanto, M.Si.

NIP. 1967070919933031002



Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.

NIP. 196902121992031003




Tanggal Ujian : 02 Juli 2026

Tanggal Lulus: 10 AUG 2026



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tesis yang berjudul “Bakteri Endofit Sebagai Agens Bioprotektan Penyakit Busuk Pangkal Batang *Sclerotium rolfsii* pada Tanaman Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill)” dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Fitopatologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen komisi pembimbing yaitu bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Munif, M.Sc.Agr., dan bapak Dr. Ir. Giyanto, M.Si., serta ibu Dr. Hagia Sophia Khairani, S.P., M.Si. selaku dosen pembahas luar komisi yang telah membimbing, memberi arahan, saran, dan motivasi kepada penulis sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada bapak ketua Program Studi Fitopatologi bapak Dr. Ir. Giyanto, M.Si., komisi pendidikan dan kepada seluruh dosen, serta keluarga besar Program Studi Fitopatologi, Departemen Proteksi Tanaman atas ilmu, arahan, bimbingan, dan pengalaman yang diberikan selama perkuliahan.

Terima kasih penulis sampaikan kepada kedua orang tua bapak Usdar Baso S.E dan ibu Irawaty Kahrir S.P., M.Si., serta adik-adik penulis Achmad Qurtuby Usdar, Durjan Dhuhary Usdar dan Ainun Mardhya Usdar atas segala motivasi, doa, dan dukungannya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Dr. Jamilah, S.Si., M.Si., Dr. drh. Diah Pristihadi, Zulfa Aulia Ramadhan, S.Si., M.Si., Dewi Zulyani Pomalingo S.Si., dan drh. Nurma Sari yang tak henti-hentinya memberikan arahan, semangat dan motivasi kepada penulis. Terima kasih juga kepada teman-teman prodi Fitopatologi, Laboratorium Nematologi dan Laboratorium Bakteriologi IPB yang telah menemani, mengarahkan, memotivasi penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan tesis ini masih terdapat banyak kekurangan, maka saran dan kritik sangat diharapkan dari pembaca agar tesis ini menjadi lebih baik. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Fitria Ramadhanty Usdar

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	i
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Edamame	4
2.2 Penyakit Busuk Pangkal Batang	5
2.3 Bakteri Endofit	7
2.4 Bioprotektan	8
III BAHAN DAN METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Perbanyakan Inokulum Fitopatogen	9
3.3 Uji Patogenesisitas	9
3.4 Isolasi Bakteri Endofit Asal Edamame	9
3.5 Uji Keamanan Hayati	9
3.6 Evaluasi Antagonisme Bakteri Endofit Terhadap <i>Sclerotium rolfsii</i>	10
3.7 Seleksi Bakteri Endofit Metode Pembobotan	11
3.8 Uji Keefektifan Bakteri Endofit Menekan <i>Sclerotium rolfsii</i>	11
3.9 Karakterisasi Morfologi dan Molekuler Isolat Terpilih	12
3.10 Analisis Data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Patogenesitas <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Tanaman Edamame	14
4.2 Isolat Bakter Endofit Asal Edamame	15
4.3 Keamanan Hayati Bakteri Endofit Asal Edamame	16
4.4 Antagonisme Bakteri Endofit dan <i>Sclerotium rolfsii</i>	18
4.5 Aktivitas Senyawa Organik Bakteri Endofit Volatil Terhadap <i>Sclerotium rolfsii</i>	20
4.6 Seleksi Bakteri Endofit Metode Pembobotan	22
4.7 Keefektifan Bakteri Endofit Menekan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada Tanaman Edamame	23
4.8 Keefektifan Bakteri Endofit Terhadap Pertumbuhan Edamame	25
4.9 Karakterisasi Morfologi dan Molekuler Bakteri Endofit Terpilih	26
V SIMPULAN DAN SARAN	31
DAFTAR PUSTAKA	32
RIWAYAT HIDUP	47



DAFTAR TABEL

4.1	Kelimpahan bakteri endofit asal tanaman edamame	15
4.2	Hasil reaksi uji hemolisis dan hipersensivitas bakteri endofit asal edamame	17
4.3	Aktivitas penghambatan pertumbuhan <i>Sclerotium rolfsii</i> oleh bakteri endofit	19
4.4	Persentase penghambatan pertumbuhan <i>Sclerotium rolfsii</i> pada aktivitas senyawa organik volatil oleh bakteri endofit.	21
4.5	Seleksi bakteri endofit berdasarkan metode pembobotan VOC dan Antibiosis	23
4.6	Data insidensi penyakit pada tanaman edamame	24
4.7	Data keparahan penyakit pada tanaman edamame	25
4.8	Data pengaruh bakteri endofit terhadap pertumbuhan edamame	26
4.9	Karakterisasi morfologi bakteri endofit terpilih	27
4.10	Hasil Blastn Sekuens 16S rRNA Isolat BPBR43, BKCR31 dan BKRR28 pada NCBI Gene Bank.	29

DAFTAR GAMBAR

1.1	Diagram alir penelitian "Bakteri endofit sebagai agens bioprotektan penyakit busuk pangkal batang <i>Sclerotium rolfsii</i> pada tanaman edamame <i>Glycine max</i> (L.) Merrill	3
4.1	Hasil uji patogenisitas penyakit busuk pangkal batang oleh <i>Sclerotium rolfsii</i> . (A) tanaman layu mendadak 4 HIS (hari setelah inokulasi); (B) tajuk layu dan menguning; (C) busuk pada bagian pangkal batang; (D) miselium cendawan pada area perakaran.	14
4.2	R Tanaman edamame pada pekebunan edamame Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor, Jawa Barat	15
4.3	Hasil reaksi uji hemolisis. (A) reaksi negatif (γ -hemolisis); (B) reaksi positif (α -hemolisis)	17
4.4	Hasil reaksi uji hipersensitif. (A) bakteri endofit pada daun tembakau; (B) reaksi negatif; (C) reaksi positif.	18
4.5	Hasil uji antagonisme metode <i>Dual culture</i> . (A) BE: Bakteri endofit isolat BKRR43, SC: <i>Sclerotium rolfsii</i> ; (B) BE: Bakteri endofit isolat BKCO59 SC: <i>Sclerotium rolfsii</i> (C) kontrol <i>Sclerotium rolfsii</i> .	20
4.6	Hasil uji senyawa organik volatil pada penghambatan <i>Sclerotium rolfsii</i> . (A) <i>Sclerotium rolfsii</i> (atas) dan isolat BKRR28 (bawah) ; (B) <i>Sclerotium rolfsii</i> (atas) dan isolat AKCR12 (bawah) (C) kontrol <i>Sclerotium rolfsii</i> .	22
4.7	Karakter morfologi bakteri endofit (A) BPBR43; (B) BKCR31; (C) BKRR28.	27
4.8	Konstruksi pohon filogenetik isolat BKCR31, BKRR28, BPBR43 dengan outgroup <i>Erwinia amylovora</i> DSM30165 menggunakan <i>bootstrap</i> 1000x dan metode <i>Neighbor-Joining</i> .	28



DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil sekuensing genom bakteri isolat BKCR31, BKRR28 dan BPBR43	40
2	Hasil uji antagonis bakteri endofit terhadap <i>Sclerotium rolfsii</i>	43
3	Hasil uji senyawa organik volatil bakteri endofit terhadap <i>Sclerotium rolfsii</i>	44
4	Analisis ragam insidensi penyakit	45
5	Analisis ragam keparahan penyakit	45
6	Analisis ragam pertumbuhan tanaman edamame	45
7	Dokumentasi kegiatan lapangan dan rumah kaca	46

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - 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.