

KARAKTERISASI FISILOGI BAKTERI KITINOLITIK DAN ANALISIS FILOGENI GEN KITINASE

INDIV SULTANA BINA VSI



DEPARTEMEN PROTEKSI TANAMAN
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



@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 penelitian skripsi dengan judul “Karakterisasi fisiologi bakteri kitinolitik dan analisis filogeni gen kitinase” 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, 12 Agustus 2026

Indiv Sultana Binavsi
A3401211009



ABSTRAK

INDIV SULTANA BINA VSI. Karakterisasi fisiologi bakteri kitinolitik dan analisis filogeni gen kitinase. Dibimbing oleh GIYANTO dan EFI TODING TONDOK.

Penggunaan pestisida sintetis secara intensif dan tidak bijaksana terbukti memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia, tanaman, dan lingkungan. Sebagai alternatif, penggunaan agens pengendali hayati (APH) terus dikembangkan untuk mewujudkan pertanian yang berkelanjutan dengan mempertimbangkan interaksi negatif pada sesama APH. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik fisiologi bakteri kitinolitik terhadap cendawan patogen maupun APH dan menganalisis kekerabatan molekuler gen kitinase. Tahapan penelitian ini mencakup mengaktifkan kembali isolat bakteri dan cendawan, melakukan pengukuran indeks kitinolitik, melakukan uji *dual culture* antara bakteri kitinolitik terhadap cendawan uji, melakukan analisis molekuler dan filogeni gen kitinase. Pada uji indeks kitinolitik, keempat isolat bakteri menunjukkan aktivitas yang berbeda, yaitu *Pseudomonas aeruginosa* Uc14 ($2,15 \pm 0,31$), *P. fluorescens* Cb21 ($1,14 \pm 0,10$), *Serratia marcescens* Cb7 ($0,73 \pm 0,32$) dan *Lysinibacillus fusiformis* Br14 ($0,53 \pm 0,23$). Secara umum, seluruh cendawan yang digunakan di dalam uji *dual culture* mengalami penghambatan pertumbuhan dengan bakteri kitinolitik, namun *S. marcescens* Cb7 justru memicu pertumbuhan koloni *Trichoderma yunnanense* TSU (cendawan APH) berdasarkan analisis *percentage inhibition radial growth* (PIRG). Isolat *P. aeruginosa* Uc14 menunjukkan kemampuan dalam menghambat seluruh cendawan uji, yang mengindikasikan aktivitas antagonistik dengan spektrum lebih luas dibandingkan isolat lainnya. *P. aeruginosa* Uc14 kemudian dipilih sebagai model dalam karakterisasi molekuler. Hasil isolasi DNA berhasil diamplifikasi menggunakan primer yang dibuat dari sekuen kitinase *P. aeruginosa* PAO1 (NC_002516.2). Analisis filogenetik menunjukkan bahwa gen kitinase *P. aeruginosa* Uc14 menunjukkan kekerabatan dengan kelompok *glycoside hydrolase family 18* (GH18).

Kata kunci: agens pengendalian hayati, filogeni, lisis, mikroba, pertanian berkelanjutan.



@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.



ABSTRACT

INDIV SULTANA BINA VSI. Physiological characterization of chitinolytic bacteria and chitinase gene phylogeny analysis. Supervised by GIYANTO and EFI TODING TONDOK.

The intensive and irresponsible use of synthetic pesticides has been shown to have negative impacts on human health, plants, and the environment. As an alternative, the use of biological control agents (BCAs) continues to be developed to achieve sustainable agriculture, considering negative interactions among BCAs. This study aims to determine the physiological characteristics of chitinolytic bacteria against pathogenic fungi and BCA, and to analyze the molecular relationships of chitinase genes. The research includes the rejuvenation of bacterial and fungal isolates, measuring the chitinolytic index, conducting dual-culture tests between chitinolytic bacteria and test fungi, and performing molecular and phylogenetic analyses of chitinase genes. In the chitinolytic index test, the four bacterial isolates exhibited different activities, namely *Pseudomonas aeruginosa* Uc14 (2.15 ± 0.31), *P. fluorescens* Cb21 (1.14 ± 0.10), *Serratia marcescens* Cb7 (0.73 ± 0.32), and *Lysinibacillus fusiformis* Br14 (0.53 ± 0.23). In general, all fungi used in the dual-culture test experienced growth inhibition by the chitinolytic bacteria; however, *S. marcescens* Cb7 stimulated the growth of *Trichoderma yunnanense* TSU colonies (APH fungus) based on percentage inhibition of radial growth (PIRG) analysis. The *P. aeruginosa* Uc14 isolate demonstrated the ability to inhibit all test fungi, indicating antagonistic activity with a broader spectrum compared to other isolates. *P. aeruginosa* Uc14 was subsequently selected as a model for molecular characterization. The isolated DNA was successfully amplified using primers designed from the *P. aeruginosa* PAO1 chitinase sequence (NC_002516.2). Phylogenetic analysis showed that the *P. aeruginosa* Uc14 chitinase gene is related to the glycoside hydrolase family 18 (GH18).

Keywords: biocontrol agents, lysis, microbes, phylogeny, sustainable agriculture.



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 yang wajar IPB.

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

KARAKTERISASI FISILOGI BAKTERI KITINOLITIK DAN ANALISIS FILOGENI GEN KITINASE

INDIV SULTANA BINA VSI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Departemen Proteksi Tanaman

**DEPARTEMEN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@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.

Dosen Penguji pada Ujian Skripsi:
Bonjok Istiaji, S.P., M.Si.

Perpustakaan 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.



Judul Skripsi : Karakterisasi fisiologi bakteri kitinolitik dan analisis filogeni gen kitinase

Nama : Indiv Sultana Binavsi

NIM : A3401211009

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Giyanto, M.Si.

Pembimbing 2:

Dr. Efi Toding Tondok, S.P, M.Sc.Agr.




Diketahui oleh

Ketua Departemen:

Dr. Ir. Giyanto, M.Si.

NIP. 196707091993031002



Tanggal Ujian: 11 Mei 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi penelitian dengan judul “Karakterisasi fisiologi bakteri kitinolitik dan analisis filogeni gen kitinase” dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini disusun sebagai bagian dari upaya untuk mengembangkan pengetahuan mengenai potensi bakteri kitinolitik sebagai agens pengendali hayati cendawan patogen tanaman, yang sejalan dengan komitmen Indonesia terhadap pertanian berkelanjutan.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi penelitian ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Giyanto, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengetahuan, bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga dalam penyusunan tugas akhir penelitian ini;
2. Dr. Efi Toding Tondok, S.P, M.Sc.Agr. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan sudut pandang baru terhadap sepanjang proses pembuatan tugas akhir ini dilakukan;
3. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, dan motivasi yang tiada henti;
4. Seluruh dosen dan staf Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan ilmu dan fasilitas untuk menunjang penelitian ini;
5. Ungkapan tulus kepada Amdanda Febriyanti Nurdevi, S.P. yang senantiasa hadir mendampingi penulis di segala macam situasi;
6. Kepada yang selalu mendampingi saya yaitu Mas Adi Nugraha, Mba Tiara, Mas Fauzan, Mas Solihin, Pak Malik, Mas Calvin, Mas Farhan, Bu Adel, Mba Halida, Mba Shakila, Bu Astri, Mas Jauhari, Mba Syafira, serta rekan lainnya yang terlibat.
7. Rekan-rekan mahasiswa Euphoriant, senior Proteksi Tanaman IPB, dan insan Asrama Agripreneur yang selalu bersedia menjadi teman sebaya kritis dan berfilosofis di dalam lingkup penyusunan tugas akhir ini;
8. Rekan-rekan Koalisi Rakyat untuk Kedaulatan Pangan, Bhumi Pasa Hijau, Kawung Pitu, dan Mandarakami yang telah memberikan semangat dan bantuan selama proses penyusunan tugas akhir ini;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan kedepannya.

Bogor, Juli 2026

Indiv Sultana Binavsi



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Alur Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Karakteristik Kitin Cendawan dan Cara Kerja Enzim Kitinase	5
2.2 Bakteri kitinolitik sebagai Agens Pengendali Hayati Cendawan	6
2.3 Karakter Molekuler Gen Kitinase	7
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	10
3.3.1. Rejuvenasi Bakteri Kitinolitik dan Cendawan Uji	10
3.3.2. Konfirmasi dan Pengukuran Indeks Kitinolitik pada Media Agar Kitin	10
3.3.3. Uji <i>Dual Culture</i> Cendawan	10
3.3.4. Isolasi DNA dan Analisis Filogenetik Gen Kitinase	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Karakteristik Fisiologi Bakteri Kitinolitik	13
4.2 Hasil Uji <i>Dual Culture</i> Bakteri Kitinolitik terhadap Cendawan	15
4.3 Analisis Molekuler dan Filogeni Gen Kitinase <i>P. aeruginosa</i> Uc14	17
V SIMPULAN DAN SARAN	20
5.1 Simpulan	20
5.2 Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	26
RIWAYAT HIDUP	29



DAFTAR TABEL

1	Indeks kitinolitik berbagai isolat bakteri pada media koloidal kitin agar	14
2	Hasil indeks kitinolitik yang dilaporkan pada literatur ilmiah	15
3	Persentase penghambatan pertumbuhan berbagai cendawan oleh berbagai isolat bakteri kitinolitik	16

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir penelitian karakterisasi fisiologi bakteri kitinolitik dan analisis filogeni gen kitinase.	4
2	Ilustrasi susunan lapisan dinding sel pada cendawan kelompok cendawan sejati.	Error! Bookmark not defined.
3	Ragam jenis struktur kitin melalui ilustrasi tiga polimorf utama kitin.	6
4	Isolat bakteri agens pengendali hayati setelah proses rejuvenansi.	13
5	Koloni bakteri agens pengendali hayati pada media kitin koloidal.	14
6	Koloni berbagai isolat cendawan.	15
7	Visualisasi daya penghambatan bakteri kitinolitik terhadap cendawan uji menggunakan <i>heatmap</i> .	16
8	Dokumentasi pengujian <i>dual culture</i> bakteri kitinolitik terhadap cendawan uji.	17
9	Visualisasi ampikon gen kitinase <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Uc14 dan <i>Pseudomonas fluorescens</i> Cb21 berada di rentang ± 1200 bp berdasarkan marker 100bp DNA Ladder.	18
10	Pohon filogenetik gen kitinase <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Uc14 terhadap gen GH18 dari berbagai bakteri dan cendawan kitinolitik berdasarkan metode Maximum-Likelihood dengan nilai bootstrap 1000 menggunakan MEGA11.	19

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil uji ANOVA terhadap indeks kitinolitik	27
2	Daftar Gen Kitinase dari NCBI pada Analisis Filogenetik Kitinase	27