

AKTINOMISET RIZOSFER TANAMAN KUBIS SEBAGAI AGENS PENGENDALI HAYATI PENYAKIT BUSUK HITAM (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*)

SITI HALIDA HAMZAH FZ



**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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 berjudul “Aktinomiset Rizosfer Tanaman Kubis sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Busuk Hitam (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*)” 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 dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir usulan penelitian ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Siti Halida Hamzah FZ
NIM A3502222020



@Hak cipta milik IPB University

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.

RINGKASAN

SITI HALIDA HAMZAH FZ. Aktinomiset Rizosfer Tanaman Kubis sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Busuk Hitam (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*). Dibimbing oleh ABDJAD ASIH NAWANGSIH dan KIKIN HAMZAH MUTAQIN.

Aktinomiset merupakan bakteri Gram-positif yang umum ditemukan di berbagai lingkungan tanah dan berperan sebagai pengurai bahan organik. Kemampuan bakteri ini dalam menghasilkan metabolit sekunder, seperti antibiotik dan enzim hidrolitik, berpotensi penting dalam pengendalian hayati patogen tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi aktinomiset dari rizosfer kubis yang berpotensi mengendalikan *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* bakteri penyebab penyakit busuk hitam kubis. Penelitian terdiri dari empat tahap utama: Isolasi, seleksi, karakterisasi dan identifikasi isolat potensial.

Isolat aktinomiset yang diperoleh diuji keamanan hayati melalui uji reaksi hipersensitivitas dan uji hemolisis pada agar darah. Isolat hasil seleksi kemudian diuji antagonismenya secara *in vitro* menggunakan metode *cross-streak*, dan melalui uji *in vivo* pertumbuhan dan perkecambahan benih kubis. Metode *analytical hierarchy process* (AHP) digunakan untuk menentukan tiga isolat terbaik dan selanjutnya diuji keefektifannya terhadap *X. campestris* pv. *campestris* secara *in planta* pada tanaman kubis. Mekanisme induksi ketahanan dianalisis melalui aktivitas enzim peroksidase pada bibit kubis yang telah diberi perlakuan aktinomiset. Seluruh pengujian dilakukan secara *in vitro* dan *in vivo* dengan rancangan acak lengkap (RAL). Tiga isolat aktinomiset terpilih juga diidentifikasi secara molekuler menggunakan PCR berdasarkan gen 16S rRNA dengan sepasang primer universal aktinomiset 27F dan 16Sact1114R dan peruntukan nukleotidanya.

Penelitian ini menghasilkan 55 isolat aktinomiset dari tanaman kubis asal Garut, Cianjur dan Bandung. Sebanyak 16 isolat di antaranya bersifat non patogenik bagi tumbuhan dan mamalia. Ke-16 isolat tersebut mampu menghambat pertumbuhan *X. campestris* pv. *campestris* sebesar 3,96%-20,83%. Pertumbuhan dan perkecambahan benih kubis setelah diberi perlakuan aktinomiset menunjukkan indeks vigor sebesar 41,7%-88,3% dan daya kecambah 50,83%-93,33%. Tiga isolat terpilih paling potensial sebagai agen biokontrol terhadap *X. campestris* pv. *campestris* berdasarkan AHP adalah CPT5, CPT8 dan SNT10. Ketiga isolat tersebut menunjukkan kemampuan terbaik sebagai agen biokontrol *in vivo* dan telah teruji memiliki aktivitas enzim peroksidase. Berdasarkan karakterisasi morfologi dan identifikasi secara molekuler dengan PCR-sequencing isolat CPT5, CPT8 dan SNT10 diidentifikasi berturut-turut sebagai *Streptomyces polychromogenes*, *Streptomyces vinaceus*, dan *Streptomyces rochei*. Penelitian ini berhasil menentukan aktinomiset rizosfer tanaman kubis yang paling berpotensi dalam mengendalikan *X. campestris* pv. *campestris*.

Kata kunci: agens biokontrol, antagonis, antibiotik, bakteri Gram-positif.



SUMMARY

SITI HALIDA HAMZAH FZ. Rhizosphere Actinomycetes of Cabbage Plants as Biological Control Agents Against Black Rot Disease (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*). Supervised by ABDJAD ASIH NAWANGSIH and KIKIN HAMZAH MUTAQIN.

Actinomycetes are Gram-positive bacteria commonly found in various soil environments and play a role in decomposing organic matter. Their ability to produce secondary metabolites, such as antibiotics and hydrolytic enzymes, is potentially important in the biological control of plant pathogens. The objective of this study was to isolate and identify actinomycetes from the cabbage rhizosphere that have the potential to control *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, pathogenic bacteria that cause black rot disease in cabbage. The research consisted of four main stages: Isolation, selection, characterization, and identification of potential actinomycete isolates.

The actinomycete isolates obtained from cabbage rhizosphere were examined for biosafety through hypersensitivity reaction (HR) and hemolysis in blood agar tests. The selected isolates were then *in vitro* tested for antagonism using the cross-streak method on agar medium, and through *in vivo* growth and germination of cabbage seeds testing. Analytical hierarchy process (AHP) method was used to determine the best three isolates of actinomycetes. Their effectiveness against *X. campestris* pv. *campestris* was determined through *in planta* test in cabbage plants. The mechanism of resistance induction was analyzed through the activity of the peroxidase enzyme in cabbage seedlings treated with actinomycetes. All *in vitro* and *in vivo* experiments were conducted with a completely randomized design (CRD). Three selected actinomycete isolates were also identified molecularly using PCR based on the 16S rRNA gene with universal actinomycete primer pair 27F and 16Sact1114R and nucleotide sequencing.

This research yielded 55 actinomycetes isolates from cabbage plants from Garut, Cianjur, and Bandung. Sixteen of these isolates were non-pathogenic to plants and mammals. All 16 isolates were able to inhibit the growth of *X. campestris* pv. *campestris* of 3,96%-20,83%. The growth and germination of cabbage seeds after being treated with actinomycetes showed a vigor index of 41,7%-88,3% and a germination level of 50,83%-93,33%. The best three isolates that had the most potential as biocontrol agents against *X. campestris* pv. *campestris* were selected based on the AHP method. All three isolates showed the highest ability as biocontrol agents and peroxidase enzyme activity. Based on morphological characterization and molecular identification by PCR-sequencing, isolates CPT5, CPT8, and SNT10 were identified respectively as *Streptomyces polychromogenes*, *Streptomyces vinaceus*, and *Streptomyces rochei*. This research succeeded in determining the rhizosphere actinomycetes of cabbage plants that have the most potential in controlling *X. campestris* pv. *campestris*.

Keywords: antagonist, antibiotic, biocontrol agent, Gram-positive bacteria



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.



@Hak cipta milik IPB University

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.

**AKTINOMISET RIZOSFER TANAMAN KUBIS
SEBAGAI AGENS PENGENDALI HAYATI PENYAKIT
BUSUK HITAM (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*)**

SITI HALIDA HAMZAH FZ

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

**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada Ujian Tesis: Prof. Dr. Ir. Abdul Munif, M.Sc. Agr.



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

IPB University

Judul Tesis : Aktinomiset Rizosfer Tanaman Kubis sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Busuk Hitam (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*)

Nama : Siti Halida Hamzah FZ

NIM : A3502222020

Disetujui oleh

Ketua Komisi Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Abdjad Asih Nawangsih, M.Si.

Anggota Komisi Pembimbing
Dr. Ir. Kikin Hamzah Mutaqin, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi
Dr. Ir. Giyanto, M.Si.
NIP. 196707091993031002

Dekan Fakultas Pertanian
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc. Agr.
NIP. 196902121992031003

Tanggal Ujian: 18 Juli 2025

Tanggal Lulus: 25 AUG 2025



@Hak cipta milik IPB University

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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian tesis ini berhasil diselesaikan. Tesis ini berjudul “Aktinomiset Rizosfer Tanaman Kubis sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Busuk Hitam (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*)”.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Abdjad Asih Nawangsih, M.Si. selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Dr. Ir. Kikin Hamzah Mutaqin, M.Si. selaku Anggota Komisi Pembimbing yang banyak memberikan masukan dan arahan selama penulis mengerjakan tugas akhir. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Abdul Munif, M.Sc. Agr. selaku penguji luar komisi dan Dr. Ir. Giyanto, M.Si. selaku Ketua Program Studi.

Terima kasih kepada Kak Dessy, Sri, Dinda, Noumi, Kak Adel, Andra, Adi dan Solihin yang turut membantu dan memberikan semangat selama penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Dani Hamdani yang membantu penelitian di Kebun Percobaan IPB Pasir Sarongge Cianjur, kepada anggota Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan, dan teman-teman mahasiswa Program Studi Fitopatologi 2022-2023 atas kebersamaannya dalam menjalankan kegiatan akademik di kampus ini.

Penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai ungkapan rasa cinta dan terimakasih terdalam untuk ibunda Imas Masriyah, ayahanda Asep Badru Zaman, S.M. dan kedua adik saya Syifa Fauziah Zaman S.Tr.Vet. dan Luni Ramadhanti Zaman yang tidak pernah henti memberikan dukungan terbaik beserta do’a paling tulus sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan magister.

Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi orang banyak dan menjadi salah satu rujukan informasi dalam bidang proteksi tanaman terlebih yang berkaitan dengan bakteri aktinomiset dan pengendalian penyakit pada tanaman kubis.

Bogor, Agustus 2025

Siti Halida Hamzah FZ



@Hak cipta milik IPB University

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Budi Daya Kubis dan Tantangan Produksinya	4
2.2 Penyakit Busuk Hitam Kubis oleh <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	5
2.4 Aktinomiset	6
III METODOLOGI	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Peremajaan dan Uji Virulensi Isolat <i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>	9
3.4 Isolasi Bakteri Aktinomiset dari Rizosfer Tanaman Kubis	9
3.5 Uji Keamanan Hayati Isolat Aktinomiset	10
3.6 Uji Antagonisme Aktinomiset terhadap <i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i> Secara <i>In Vitro</i>	10
3.7 Uji Pertumbuhan dan Perkecambahan Benih Kubis	11
3.8 <i>Analitycal Hierarchy Process</i> (AHP)	11
3.9 Uji Penekanan Penyakit Busuk Hitam Kubis Menggunakan Aktinomiset Secara <i>In Vivo</i>	12
3.10 Analisis Aktivitas Enzim Peroksidase (PO)	14
3.11 Identifikasi Bakteri Aktinomiset Secara Molekuler	14
3.12 Analisis Data	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Pertumbuhan dan Virulensi isolat <i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>	16
4.2 Kelimpahan Aktinomiset Rizosfer Tanaman Kubis	16
4.3 Keamanan Hayati Aktinomiset Hasil Isolasi	19
4.4 Kemampuan Antagonisme Aktinomiset Rizosfer Tanaman Kubis terhadap <i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>	20
4.5 Pengaruh Aktinomiset terhadap Pertumbuhan dan Perkecambahan Benih Kubis	23
4.6 Seleksi Aktinomiset Potensial dengan Metode AHP	24
4.7 Pengaruh Aktinomiset Rizosfer Tanaman Kubis terhadap <i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i> secara <i>In Vivo</i>	25
4.8 Pengaruh Aktinomiset Rizosfer Tanaman Kubis terhadap Pertumbuhan Tanamana Kubis	27
4.9 Aktivitas Enzim Peroksidase (PO) Isolat Aktinomiset Potensial	27
4.10 Karakteristik Isolat Aktinomiset Rizosfer Tanaman Kubis	29



4.11 Identifikasi Isolat Aktinomiset Rizosfer Tanaman Kubis Potensial	30
V PEMBAHASAN UMUM	36
VI SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	45

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.

DAFTAR TABEL

3.1	Kriteria analisis hierarki dan skor yang digunakan dalam proses pemeringkatan isolat aktinomiset	12
3.2	Skoring severitas penyakit busuk hitam	14
4.1	Kelimpahan populasi aktinomiset rizosfer tanaman kubis	16
4.2	Jumlah jenis aktinomiset rizosfer tanaman kubis yang berhasil di isolasi dari tiga kabupaten	17
4.3	Hasil uji reaksi hipersensitivitas (HR) dan uji hemolisis isolat aktinomiset rizosfer kubis	20
4.4	Indeks vigor, daya berkecambah, tinggi tanaman dan panjang akar benih kubis pada setiap perlakuan isolat aktinomiset	23
4.5	Pemeringkatan aktinomiset berdasarkan karakter antagonisme dan perkecambahan benih kubis	24
4.6	Pengaruh perlakuan aktinomiset terhadap AUDPC insidensi penyakit, severitas penyakit dan tingkat penekanan penyakit busuk hitam kubis	25
4.7	Pengaruh perlakuan aktinomiset terhadap jumlah daun, tinggi tanaman, panjang akar, bobot basah dan bobot kering tanaman kubis	27
4.8	Karakter morfologi aktinomiset terpilih	29
4.9	Hasil pensejajaran sekuen gen 16S rRNA isolat CPT5, berdasarkan primer universal aktinomiset	32
4.10	Hasil pensejajaran sekuen gen 16S rRNA isolat CPT8, berdasarkan primer universal aktinomiset	33
4.11	Hasil pensejajaran sekuen gen 16S rRNA isolat SNT10, berdasarkan primer universal aktinomiset	34

DAFTAR GAMBAR

1.1	Diagram alir kegiatan penelitian	3
2.1	Gejala dan Morfologi <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	5
4.1	Pertumbuhan dan uji virulensi isolat <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> pada bibit kubis	16
4.2	Pertumbuhan aktinomiset pada proses isolasi dari rizosfer tanaman kubis	18
4.3	Reaksi hipersensitivitas (HR) pada daun tembakau	19
4.4	Aktivitas hemolitik isolat aktinomiset pada media agar darah	20
4.5	Aktivitas antagonisme isolat aktinomiset	21
4.6	Hasil uji antagonisme menggunakan metode <i>cross-streak</i>	22
4.7	Gejala penyakit busuk hitam pada tanaman kubis	25
4.8	Pengaruh aktinomiset terhadap aktivitas enzim peroksidase (PO)	28
4.9	Isolat aktinomiset terpilih	29
4.10	Kurva pertumbuhan isolat aktinomiset berdasarkan nilai OD	30
4.11	Visualisasi hasil amplifikasi gen 16S rRNA isolat aktinomiset potensial pada gel agarose 1%	31
4.12	Pohon filogeni gen 16S rRNA tiga isolat aktinomiset terpilih	35



DAFTAR LAMPIRAN

1	Keanekaragaman morfologi isolat aktinomiset rizosfer kubis	46
2	Bentuk koloni isolat aktinomiset	47
3	Ciri morfologi isolat aktinomiset yang lolos keamanan hayati	48
4	Contoh perlakuan tanaman di rumah kaca	49
5	Kromatogram nukleotida gen 16S rRNA isolat CPT5	50
6	Kromatogram nukleotida gen 16S rRNA isolat CPT8	51
7	Kromatogram nukleotida gen 16S rRNA isolat SNT10	52

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.