ISOLASI ENZIM KITINASE DARI TANAH TERCEMAR SEBAGAI AGEN BIOKONTROL TERHADAP JAMUR *Penicillium sp*

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Kimia

oleh:
Fajar Rakhani
22106030053

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2026

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-2230/Un.02/DST/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : Isolasi Enzim Kitinase dari Tanah Tercemar sebagai Agen Biokontrol terhadap Jamur Penicillium sp

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : FAJAR RAKHANI
Nomor Induk Mahasiswa : 22106030053
Telah diujikan pada : Jumat, 28 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. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M. Biotech
SIGNED

Valid ID: 6a94b9568bc6e

Penguji I

Prof. Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a9257f113d01

Penguji II

Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a92aee846c0

Yogyakarta, 28 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 6a951897b09cb

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

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 : Fajar Rakhani
NIM : 22106030053
Judul Skripsi : Isolasi Enzim Kitinase dari Tanah Tercemar sebagai Agen Biokontrol Jamur *Penicillium sp*

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

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 27 Agustus 2026
Pembimbing

DR. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.SiM.Biotech
NIP: 19760830 200312 2 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Fajar Rakhani
NIM : 22106030053
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **"Isolasi Enzim Kitinase dari Tanah Tercemar sebagai Agen Biokontrol terhadap Jamur *Penicillium sp*"** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memeperoleh gelar kesarjana 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, 26 Agustus 2026



Fajar Rakhani
NIM 22106030053

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Fajar Rakhani
Tempat/Tanggal Lahir	: Bantul, 19 Januari 2003
NIM	: 22106030053
Jurusan/Program Studi	: Kimia
Alamat	: Jl. Darush Shalihat No.F77, Pogung Lor, Sinduadi, Mlati, Sleman, Yogyakarta.

Dengan ini menyatakan bahwa pasphoto yang disertakan pada ijazah saya memakai **Kerudung/Jilbab** adalah atas kemauan saya sendiri dan segala konsekuensi/risiko yang dapat timbul di kemudian hari adalah tanggung jawab saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, untuk melengkapi salah satu prasyarat dalam mengikuti Ujian Tugas Akhir pada Fakultas Sains dan Teknologi Sunan Kalijaga Yogyakarta, dan agar yang berkepentingan maklum.

Yogyakarta, 24 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan,



Fajar Rakhani

NIM. 22106030053

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

"Knowledge is from Allah, so approach the Owner of knowledge. Do what Allah likes, not what you like. Knowledge is the light of life, while Iman is the lantern that guides it"

(Ummi Masbihah)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak, Ibu, dan Adik

Almamater Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penullis panjatkan kepada Allah swt. yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulisi dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Isolasi dan Karakterisasi Enzim Kitinase dari Tanah Tercemar sebagai Agen Biokontrol terhadap Jamur Penicillium sp"* dengan baik sebagai salah satu persyaratkan untuk mencapai derajat Sarjana Kimia. Tidak lupa shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad saw.

Kesulitan dan hambatan banyak penulis temui selama penyusunan skripsi ini. Namun, berkat pertolongan Allah swt., bantuan, dan dukungan sdari berbagai pihak, sehingga penullis dapat melewati hambatan tersebut. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung selama proses penyusunan skripsi hingga selesai. Penulis mengucapkan terima kasih dengan tulus kepada:

1. Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Prof. Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Sudarlin, M,Si. Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

5. Dr. rer. Medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M.Biotech. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah ikhlas dan sabar meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, mengoreksi, dan memberikan motivasi selama proses penyusunan skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu selama studi.
7. Oktira Roka Aji, S.Si., M.Si. selaku Kepala Laboratorium Biologi UAD Yogyakarta yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di Laboratorium Mikrobiologi.
8. Eri Eryati, S.Si. dan Afifah Nurul Falih, S.Biotek. selaku Laboran Laboratorium UAD Yogyakarta yang telah mendampingi selama melakukan penelitian di Laboratorium Mikrobiologi.
9. Ethik Susiawati Purnomo, S.Si. selaku Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) Pendamping selama melakukan penelitian di Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
10. Ibu penulis Ibu Dahurip dan kakak penulis Novi Darmawan, Fajar Siyamto, Fajar Tri Wahyuni, serta kakak ipar penulis Septiana dan Shinta Fatimah yang telah mendoakan dan memberikan dukungan baik material maupun moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi derajat Strata Satu (S-1).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

11. Tema-teman Program Studi Kimia angkatan 22 (Xenon) UIN Sunan Kalijaga Yogyakkarta yang telah menjadi teman selama perkuliahan dan memberikan dukungan dan motivasi dalam penyusunan skripsi.
12. Teman-teman seperjuanagn dosen Pembimbing, Elvira, Aryas Hakim, Nabila, Fadlila, dan Ira Aisyah yang telah membantu dan memberikan dukungan selama proses penelitian dan penyususnan skripsi.
13. Salisia Dian Afnanita dan Hella Nazilni Hidayah yang telah menjadi teman selama perkuliahan dan memotivasi dalam proses penelitian serta penyususnan skripsi.
14. Ustadzah Rumah Tahfidz SahabatQu, Husna, Tari, dan Puji Astuti yang telah memberikan doa dan motivasi dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.
15. Teman-teman di Rumah Tahfidz SahabatQu angkatan 11 yang telah memberikan motivasi dan dukungan dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.
16. Ummi Masbihah dan Abi Syatori selaku guru di Pesantren Mahasiswi Darush Shalihat yang telah memberikan doa, motivasi, serta dukungan dalam proses penelitian dan penyususnan skripsi.
17. Teman-teman di Pesantren Mahasiswi Darush Sholihat angkatan 14 yang telah menemani, medoakan, serta memotivasi dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

18. Falikhatun, Dinar, dan Efita yang telah membatu dalam proses penelitian dan penyususnan skripsi.
19. Teman seperjuangan tugas akhir, Nur Ramadhani, Syifa Aghniya, Shalaisha, Alin, Zahra, Aisyah, Ilma, Lathifah, Lia Hanifah, Rahmasari, Falikhatun, dan Wa Ode Narni yang telah saling menguatkan dan memberikan dukungan dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.
20. Ammah-ammah Pemandu di Pesantren Mahasiswi Darush Shalihat yang telah mendoakan, memeberikan motivasi serta dukungan dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.
21. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas segala bantuan dan dukungan selama proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak kekurangan sehingga penulis mengharapakan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

Yogyakarta, 14 Agustus 2026



Fajar Rakhani

NIM. 22106030053

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL
SURAT PENGESAHAN i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI iii
SURAT PERNYATAAN MEMAKAI JILBAB iv
MOTTO v
PERSEMBAHAN vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xv
ABSTRAK xvii
ABSTRACT xviii
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Batasan Masalah 3
C. Rumusan Masalah 3
D. Tujuan Penelitian 3
E. Manfaat Penelitian 4
BAB II 5
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 5
A. Tinjauan Pustaka 5
B. Landasan Teori 7
1. Isolasi Bakteri 7
2. Bakteri Kitinolitik 7
3. Kitin 8
4. Enzim Kitinase 9
5. Aktivitas Enzim Kitinase 11
6. Tanah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) 11

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

7. Jamur *Penicillium sp.* ……..12
8. Enzim Kitiase sebagai Agen Biokontrol……..13
9. Spektrofotometer UV-Vis……14
C. Hipotesis Penelitian…….15
BAB III ……..18
METODE PENELITIAN……...18
A. Waktu dan Tempat Penelitian…….18
B. Alat-Alat Penelitian…….18
C. Bahan-Bahan Penelitian……..18
D. Cara Kerja Peneliitian…….19
1. Pengambilan Sampel……....19
2. Pembuatan Koloidal Kitin……19
3. Pembuatan Media……19
4. Isolasi Bakteri dan Pemurnian Bakteri…….20
5. Karakterisasi Isolat Bakteri Kitinolitik……21
6. Pembuatan Larutan Buffer ……...…23
7. Pengukuran Kurva Pertumbuhan Bakteri…….24
8. Produksi Enzim Kitinase Ekstrak Kasar……..24
9. Uji Aktivitas Enzim Kitinase……...24
10. Karakterisasi Enzim Kitinase……...…25
11. Uji Hambat pada Jamur Penicillium sp……26
BAB IV…… 27
HASIL DAN PEMBAHASAN…….…27
A. Isolasi Bakteri Kitinolitik dari Tanah TPA…….27
B. Karakterisasi Isolat Bakteri Kitinolitik……...…29
1. Uji Morfologi Isolat Bakteri Kitinolitik……..29
2. Uji Biokimia Isolat Bakteri Kitinolitik……31
3. Uji Kualitatif Isolat Bakteri Kitinolitik……...32
C. Uji Aktivitas Enzim Kitinase …….34
D. Karakterisasi Enzim Kitinase……..37
1. Pengaruh pH terhadap Aktivitas Enzim Kitinase…….....37
2. Pengaruh Suhu terhadap Aktivitas Enzim Kitinase…….38
E. Uji Hambat pada Jamur Penicillium sp…….……..40
BAB V..... 45

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KESIMPULAN DAN SARAN 45
A. Kesimpulan 45
B. Saran 45
DAFTAR PUSTAKA 46
CURRICULUM VITAE 51

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Karakter morfologi koloni yang diamati meliputi bentuk, warna, ukuran, hasil pewarnaan Gram, dan bentuk sel. Bentuk koloni *circular* menunjukkan koloni berbentuk bulat dan berwarna putih susu. Ukuran koloni *punctiform* menunjukkan koloni berukuran sangat kecil menyerupai titik, sedangkan *small* menunjukkan koloni berukuran kecil. Simbol (+) menunjukkan bakteri Gram positif dan simbol (−) menunjukkan bakteri Gram negatif. Bentuk sel kokus menunjukkan sel berbentuk bulat, sedangkan basil menunjukkan sel berbentuk batang…….29

Table 4. 2. Hasil uji biokimia isolat bakteri kitinolitik, tanda (+) menunjukkan hasil uji positif, sedangkan tanda (−) menunjukkan hasil uji negative…….31

Table 4. 3. Pengukuran aktivitas enzim kitinase dilakukan menggunakan metode DNS dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm. Kondisi pH 7 dan suhu 37°C digunakan berdasarkan kondisi yang menunjukkan aktivitas kitinase pada pengujian. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa isolat E105a memiliki aktivitas enzim lebih tinggi dibandingkan E105b, sehingga E105a menunjukkan kemampuan hidrolisis kitin yang lebih tinggi…….....36

Table 4. 4. Pengujian aktivitas antifungi dilakukan dengan mencampurkan enzim kitinase ke dalam media *Potato Dextrose Agar* (PDA), kemudian diinokulasikan *plug Penicillium* sp. berdiameter 5 mm dan diinkubasi selama 7 hari. Diameter pertumbuhan jamur diukur pada masing-masing konsentrasi enzim, yaitu 25%, 50%, 75%, dan 100%, dengan mengukur diameter secara horizontal dan vertikal kemudian menghitung nilai rata-ratanya……..…...43

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Struktur polimer kitin…….....8

Gambar 2. 2. Spesifisitas berbagai jenis kitinase terhadap polimer kitin berbeda-beda……....10

Gambar 2. 3. Struktur dinding sel jamur……..13

Gambar 4. 1. Hasil isolasi bakteri kitinase dari tanah tercemar dengan metode quadrant streak untuk memperoleh isolat murni. (a) Isolat kode E105a, (b) Isolat kode E105b……...28

Gambar 4. 2. Hasil pewarnaan gram isolat bakteri kitinolitik dilihat dengan mikroskop cahaya Olympus 23 perbesaran 40 x 10. (a) Isolat kode E105a, (b) Isolat kode E105b. ……....30

Gambar 4. 3. Zona bening diamati setelah isolat bakteri diinkubasi selama 3 hari pada suhu ruang.. Diameter koloni dan diameter total diukur secara vertikal dan horizontal dengan jangka sorong, kemudian digunakan untuk menentukan indeks kitinolitik. (a) Isolat kode E105a sebesar 0,24, (b) Isolat kode E105b sebesar 0,28…….32

Gambar 4. 4. Pengukuran *Optical Density* (OD) dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan bakteri selama 6 hari inkubasi menggunakan *shaker*. Nilai OD digunakan sebagai indikator perubahan biomassa atau kepadatan sel bakteri dalam kultur…….....34

Gambar 4. 5. Pengukuran aktivitas enzim kitinase dilakukan pada variasi pH 3–8 menggunakan metode DNS dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm. Variasi pH dilakukan untuk mengetahui pengaruh kondisi keasaman terhadap aktivitas enzim kitinase. Berdasarkan hasil pengukuran, isolat E105a menunjukkan absorbansi tertinggi pada pH 7, sedangkan isolat E105b menunjukkan absorbansi tertinggi pada pH 8……37

Gambar 4. 6. Pengukuran aktivitas enzim kitinase dilakukan pada variasi suhu 25–60 °C menggunakan metode DNS dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm…….....39

Gambar 4. 7. (a) Akuades digunakan sebagai kontrol negatif, (a) azoksistrobin digunakan sebagai kontrol positif. Kontrol negatif menunjukkan pertumbuhan *Penicillium sp.* tanpa perlakuan enzim dengan diameter rata-rata 60,82 mm, sedangkan kontrol positif azoksistrobin menghasilkan diameter pertumbuhan sebesar 5 mm. Kontrol tersebut

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

digunakan sebagai pembanding untuk mengetahui kemampuan enzim kitinase dalam menghambat pertumbuhan *Penicillium sp*……..…….40

Gambar 4. 8. Pengujian aktivitas antifungi enzim kitinase dilakukan dengan metode pencampuran enzim ke dalam media Potato Dextrose Agar (PDA), kemudian diinokulasikan *plug Penicillium sp*. berdiameter 5 mm pada permukaan media. Pengujian dilakukan dengan variasi konsentrasi enzim sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100%. Persentase penghambatan dihitung berdasarkan perbandingan diameter pertumbuhan jamur pada perlakuan dengan kontrol……....41

Gambar 4. 9. Mekanisme degradasi kitin pada dinding sel *Penicillium sp.* oleh enzim kitinase…….…….....42

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRAK

ISOLASI ENZIM KITINASE DARI TANAH TERCEMAR SEBAGAI AGEN BIOKONTROL TERHADAP JAMUR *Penicillium sp*

Oleh:

Fajar Rakhani

22106030053

Pembimbbing:

Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M.Biotech

Kitinase merupakan enzim yang mampu menghidrolisis kitin menjadi senyawa yang lebih sederhana dan berpotensi dimanfaatkan sebagai agen biokontrol terhadap jamur. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi bakteri penghasil enzim kitinase dari tanah tercemar serta mengetahui potensinya sebagai agen biokontrol terhadap *Penicillium sp*. Bakteri kitinolitik diisolasi menggunakan media *Nutrient Agar* (NA) yang mengandung koloidal kitin, kemudian dilakukan karakterisasi morfologi dan biokimia. Produksi enzim dilakukan menggunakan media yang mengandung koloidal kitin, sedangkan aktivitas enzim kitinase ditentukan menggunakan metode DNS dengan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 540 nm. Hasil penelitian menunjukkan diperoleh dua isolat bakteri kitinolitik, yaitu E105a dan E105b. Berdasarkan hasil uji aktivitas enzim pada pH 7 dan suhu 37°C, isolat E105a sebesar 0,0371 U/mL, dan E105b sebesar 0,0302 U/mL. Potensi kitinase sebagai agen biokontrol jamur *Penicillium sp*. adalah isolat E105a sebesar 47,30% dan isolat E105b sebesar 43,56%.

Kata Kunci: bakteri kitinolitik, antifungi, degradasi kitin, biodeteriorasi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRACT

ISOLATION OF CHITINASE ENZYME FROM CONTAMINATED SOIL AS A BIOCONTROL AGENT AGAINST *PENICILLIUM SP*

By:

Fajar Rakhani

221006030053

Supervisor:

Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M.Biotech

Chitinase is an enzyme capable of hydrolyzing chitin into simpler compounds and has the potential to be utilized as a biocontrol agent against fungi. This study aimed to isolate and characterize chitinase-producing bacteria from contaminated soil and to determine their potential as biocontrol agents against *Penicillium sp*. Chitinolytic bacteria were isolated using Nutrient Agar (NA) medium containing colloidal chitin, followed by morphological and biochemical characterization. Enzyme production was carried out using medium containing colloidal chitin, while chitinase activity was determined using the DNS method by measuring absorbance at a wavelength of 540 nm. The results showed that two chitinolytic bacterial isolates, namely E105a and E105b, were obtained. Based on the enzyme activity assay at pH 7 and a temperature of 37°C, isolates E105a and E105b showed enzyme activities of 0.0371 U/mL and 0.0302 U/mL, respectively. The potential of chitinase as a biocontrol agent against *Penicillium* sp. was demonstrated by inhibition percentages of 47,30% for isolate E105a and 43,56% for isolate E105b.

Keywords: Chitinolytic bacteria, antifungal activity, chitin degradation, biodeterioration.

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Enzim kitinase merupakan enzim hidrolitik yang mampu menguraikan kitin melalui pemutusan ikatan β-1,4-glikosidik pada polimer N-asetilglukosamin. Kitin merupakan polisakarida alami yang banyak ditemukan pada eksoskeleton krustasea dan serangga serta menjadi komponen utama penyusun dinding sel sebagian besar jamur. Kemampuan kitinase dalam mendegradasi kitin menjadikan enzim ini memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan dalam berbagai bidang, termasuk sebagai agen pengendali hayati terhadap jamur patogen.

.Kitinase merupakan enzim yang mampu menghidrolisis kitin, yaitu komponen utama penyusun dinding sel jamur. Aktivitas kitinase dapat menyebabkan kerusakan struktur dinding sel, kebocoran isi sel, deformasi hifa, hingga lisis sel jamur sehingga pertumbuhannya dapat dihambat (Veliz *et al.*, 2017). Selain itu, kitinase juga dilaporkan mampu menyebabkan fragmentasi dan pembengkakan hifa yang berujung pada kematian sel jamur (Benhamou *et al.*, 1993). Kemampuan tersebut menunjukkan bahwa kitinase berpotensi dimanfaatkan sebagai agen biokontrol untuk menekan pertumbuhan jamur penyebab biodeteriorasi batuan candi.

Salah satu jamur yang berpotensi dikendalikan menggunakan kitinase adalah *Penicillium sp.* yang diketahui memiliki kemampuan tumbuh dan berkembang pada berbagai substrat serta sering ditemukan sebagai kontaminan

pada material yang mengandung senyawa organik. Dinding sel *Penicillium sp.* yang tersusun atas kitin menjadikannya target yang sesuai bagi aktivitas enzim kitinase. Oleh karena itu, pemanfaatan kitinase dari bakteri kitinolitik berpotensi menjadi strategi pengendalian yang efektif terhadap pertumbuhan jamur tersebut.

Salah satu sumber potensial penghasil kitinase adalah bakteri kitinolitik yang hidup di lingkungan kaya bahan organik seperti tanah tercemar yang mendukung pertumbuhan berbagai mikroorganisme karena mengandung senyawa organik yang mudah terdegradasi, seperti karbohidrat, protein, lemak, dan mineral. Dalam proses dekomposisi bahan organik tersebut, mikroorganisme menghasilkan berbagai enzim ekstraseluler, termasuk kitinase, untuk membantu pemecahan substrat kompleks (Cezairliyan & Ausubel, 2017). Oleh karena itu, tanah tercemar berpotensi menjadi sumber isolat bakteri penghasil kitinase yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi bioteknologi.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi bakteri kitinolitik dari tanah tercemar. Isolat bakteri yang diperoleh selanjutnya akan diuji potensinya sebagai agen biokontrol terhadap jamur penyebab pelapukan batuan candi, khususnya *Penicillium sp.* Pengujian dilakukan dengan mengamati kemampuan enzim kitinase dalam menghambat pertumbuhan jamur melalui degradasi dinding selnya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi pengendalian hayati yang ramah lingkungan untuk konservasi cagar budaya.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

B. Batasan Masalah

Batasaan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berrikut:

1. Bakteri kitinolitik diisolasi dari tanah tercemar.
2. Karakterisasi isolat bakteri kitinolitik yang dilakukan meliputi uji morfologi dan uji biokimia.
3. Uji potensi enzim kitinase sebagai agen biokontrol dilakukan terhadap jamur *Penicillium sp.*

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka permasalahan pokok dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebgai berikut:

1. Bagaimana isolasi bakteri kitinolitik dari tanah tercemar?
2. Bagaimana aktivitas enzim kitinase yang dihasilkan dari bakteri kitinolitik hasil isolasi?
3. Apakah enzim kitinase dari bakteri kitinolitik hasil isolasi memiliki potensi sebagai agen biokontrol terhadap jamur *Penicillium sp.*?

D. Tujuan Penelitian

Merujuk pada batasan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengisolasi bakteri kitinolitik penghasil enzim kitinase dari tanah tercemar.
2. Mengkarakterisasi dan menguji aktivitas enzim kitinase dari bakteri kitinolitik hasil isolasi.
3. Menguji potensi enzim kitinase sebagai agen biokontrol terhadap jamur *Penicillium sp.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin didapatkan dari penelitin ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai isolasi dan karakterisasi bakteri kitinolitik dari tanah tercemar yang berpotensi sebagai agen biokontrol terhadap jamur *Penicillium sp.*
2. Memberikan informai ilmiah bagi peneliti lain yang akan mengembangkan penelitian dengan topik enzim kitinase sebagai agen biokontrol mikroorganime perusak batuan candi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Isolasi bakteri kiitinolitik dapat dilakukan dengan media *Natrium Agar* (NA). bakteri kitinolitik ditunjukkan dengan adanya zona bening di sekitar koloni bakteri yang tumbuh pada media NA. berdasarkan hasil penelitian, didapatkan dua isolat bakteri kitinolitik, yaitu E105a, dan E105b.
2. Enzim kitinase yang diproduksi kedua isolat menunjukkan aktivitas pada variasi pH, isolat E105a memiliki pH optimum 7, sedangkan isolat E105b optimum pada pH 8. Pada variasi suhu, isolat E105a dan E105b memiliki suhu optimum pada 35°C .
2. Enzim kitinase dari bakteri kitinolitik hasil isolasi yang berpotensi sebagai agen biokontrol jamur *Penicillium sp.* adalah isolat E105a sebesar 47,30% dan isolat E105b sebesar 43,56%.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada karakterisasi bakteri supaya dapat dipastikan spesies dari bakteri iyang diisolasi.
2. Perlu dilakukan pemurnian enzim supaya didapatkan aktivitas kitinase yang lebih spesifik.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaplikasian langsung terhadap jamur *Penicillium sp.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

Adidarma, K.P. 2014. *Gas Emissions Inventory of Methane (CH_4) with First Order Decay (FOD) Method in TPA Piyungan*, Bantul, DIY. FTSP UII.

Akeed, Y., Atrash, F., & Naffaa, W. 2020. Partial Purification and Characterization of Chitinase Produced by *Bacillus Licheniformis* B307. *Heliyon*, 6(5), e03858.

Amos, S. 2015. Isolasi dan Uji Kompatibilitas Bakteri Tanah Tempat Pemrosesan Akhir Talangagung Kabupaten Malang. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 3(1), 27–38.

Annamalai, N., Rajeswari, M.V., Vijayalakshmi, S., & Balasubramanian, T. 2011. Purification and Characterization of Chitinase from *Alcaligenes faecalis* AU02 by Utilizing Marine Wastes and Its Antioxidant Activity. *Annals of Microbiology*, 61(4), 801–807.

Anu, S., Shiburaj, S., Prabhakumari, C., & Dayanandan, S. 2022. Chitinolytic Activity of *Streptomyces sanglieri* TBG AG-28 Isolated from Agasthyarkoodam Region of Western Ghats, Kerala. *Research Journal of Biotechnology*, 17(8), 42–49.

Arnold LD, Solomon NA. 1986. *Manual of Industrial Mycrobiology and Biotechnology*. Washington: American Society for Microbiology.

Batubara, N. R., Suryanto, D., Munir, E., & Rahmiati. 2022. Screening and Characterization of Chitinolytic Bacteria from Shrimp Waste. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 8(3), 744–753.

Benhamou, N., Broglie, K., Broglie, R., & Chet, I. 1993. Antifungal Effect of Bean Endochitinase on *Rhizoctonia solani*: Ultrastructural Changes and cCytochemical Aspects of Chitin Breakdown. *Phytopathology*, 83(8), 878–889.

Cappuccino, J. G., & Welsh, C. T. 2017. *Microbiology: A Laboratory Manual*. Pearson.

Cezairliyan, B., & Ausubel, F. M. 2017. Investment in Secreted Enzymes During Nutrient-Limited Growth is Utility Dependent. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(37), E7796–E7802.

Chanworawit, K., Wangsoonthorn, P., dan Deevong, P. 2023**.** Characterization of Chitinolytic Bacteria Newly Isolated from the Termite *Microcerotermes sp*. and Their Biocontrol Potential Against Plant Pathogenic Fungi. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 87(9): 1077–1091.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Cheba, B. A., Zaghloul, T. I., El-Mahdy, A. R., & El-Massry, M. H. 2016**.** Effect of pH and Temperature on *Bacillus* sp. R2 Chitinase Activity and Stability. *Procedia Technology*, 22, 471–477.

Dahiya, D., Pilli, A., Chirra, P.R.R., Sreeramula, V., Mogili, N.V., & Ayothiraman, S. 2022. Morphological and Structural Characterization of Chitin as a Substrate for the Screening, Production, and Molecular Characterization of Chitinase by *Bacillus velezensis*. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(57), 86550–86561.

Facklam, R., & Elliott, J. A. 1995. Identification, Classification, and Clinical Relevance of Catalase-Negative, Gram-Positive Cocci, Excluding the *Streptococci* and *Enterococci*. *Clinical Microbiology Reviews, 8*(4), 479–495.

Fadilah, W., Rasyidah, R., & Mayasari, U. 2022. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Heterotrofik pada Kawasan Perairan Pantai Indah Kalangan, Tapanuli Tengah. Metamorfosa: *Journal of Biological Sciences*, 9(2), 306- 317.

Folders, J., Algra, J., Roelofs, M. S., van Loon, L. C., Tommassen, J., & Bitter, W. (2001). Characterization of *Pseudomonas aeruginosa* Chitinase, a Gradually Secreted Protein. *Journal of Bacteriology, 183*(24), 7044–7052.

Gadd, G. M., Fomina, M., & Pinzari, F. 2024. Fungal Biodeterioration and Preservation of Cultural Heritage, Artwork, and Historical Artifacts: Extremophily and Adaptation. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 88(1), e00200-22.

Girindra, A. 1993. *Biokimia I*, cetakan 3. Gramedia. Jakarta. Hal. 100-101.

Gonfa, T. G., Negessa, A. K., & Bulto, A. O. 2023. Isolation, Screening, and Identification of Chitinase-Producing Bacterial Strains from Riverbank Soils at Ambo, Western Ethiopia. *Heliyon*, 9(11), e21643.

Gohel, V., Singh, A., Vimal, M., Ashwini, P., & Chhatpar, H.S. 2006. Bioprospecting and Antifungal Potential of Chitinolytic Microorganisms. *African Journal of Biotechnology*, 5(16), 1448-1459.

Gooday GW. 1990. Physiology of Microbial Degradation of Chitin and Chitosan. *Biodegradation 1*: 177–190.

Gupta, A. D., Khanna, S. K., & Gupta, P. 2023. Isolation and Characterization of Extracellular Chitinase Produced by Chitinolytic Bacteria Isolated from Soil Samples. *Asian Journal of Microbiology and Biotechnology*, 8(2), 16–24.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Herdyastuti, N., Raharjo, T. J., Mudasir, & Matsjeh, S. 2009. Chitinase and Chitinolytic Microorganism: Isolation, Characterization and Potential. *Indonesian Journal of Chemistry, 9*(1), 37–47.

International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). 2025. *Beer–Lambert Law.*

Jin, T., Liu, T., Lam, E., & Moores, A. (2021). Chitin and Chitosan on the Nanoscale. *Nanoscale Horizons, 6,* 505–542.

Joseph, S. M., Krishnamoorthy, S., Paranthaman, R., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. 2021. A Review on Source-Specific Chemistry, Functionality, and Applications of Chitin and Chitosan. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications, 2,* 100036.

Kaeberlein, T., Lewis, K., & Epstein, S. S. 2002. Isolating Uncultivable Microorganisms in Pure Culture in A Simulated Natural Environment. *Science,* 296(5570), 1127–1129.

King, A., & Phillips, I. 1978. The Identification of *Pseudomonads* and Related Bacteria in a Clinical Laboratory. *Journal of Medical Microbiology, 11*(2), 165–176.

Klaponski, N., Selin, C., Duke, K., Spicer, V., Fernando, D. W. G., Belmonte, M. F., & de Kievit, T. R. (2014). The requirement for the LysR-type regulator PtrA for *Pseudomonas chlororaphis* PA23 biocontrol revealed through proteomic and phenotypic analysis. *BMC Microbiology, 14*, 94.

Kurniawan, E., Panphon, S., & Leelakriangsak, M. 2022. Antifungal Chitinase Production by *Bacillus paramycoides* B26 Using Squid Pen Powder as a Carbon Source. *Journal of Pure and Applied Microbiology,* 16(4).

Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. 2021. *Brock Biology of Microorganisms* (16th ed.). Pearson.

Masri, M., Sukmawaty, E., & Aditia, L. 2021. Novel Chitinolytic Bacteria from the Shrimp Shell Processing Waste. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 22*(5), 2672–2681.

Miller, G.L. 1959. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry,* 31(3), 426–428.

Morsch, L.A. 2023. *The Beer-Lambert Law.* Chemistry LibreTexts.

Nelson, D.L. and M. M. Cox. 2000. *Lehninger Principles of Biochemistry – Third Edition.* Worth Publisher. New York.

Nielsen, S.S. 2017. *Food Analysis Laboratory Manual*. Springer.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Nurdin, G. M., Mubarik, N. R., & Sudirman, L. I. 2016. Selection of Chitinolytic Bacteria as Biological Control of Colletotrichum Capsici. *Malaysian Journal of Microbiology*, 12(1), 35–42.

Pamungkas, S. A., Puspita, I. D., dan Ustadi. 2023. Pengaruh pH, Suhu dan Jenis Substrat terhadap Aktivitas Kitinase *Bacillus* sp. RNT9. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*. 19(1): 2paoli9–39.

Paolino, B., Sorrentino, M.C., Troisi, J., Delli Carri, M., Kiselev, P., Raimondo, R., Lahoz, E., & Pacifico, S. 2024. *Lavandula angustifolia* Mill. for a Suitable Non-Invasive Treatment Against Fungal Colonization on Organic-media Cultural Heritage. *Heritage Science*, 12, 53.

Paulsen, S. S., Andersen, B., Gram, L., & Machado, H. 2016. Biological Potential of Chitinolytic Marine Bacteria. *Marine Drugs*, 14(12), 230.

Pelczar, M. J., & Chan, E. C. S. 2008. *Dasar-pramesDasar Mikrobiologi*. UI Press.

Pitt, J. I., & Hocking, A. D. 2009. *Fungi and Food Spoilage (3rd ed.)*. New York: Springer.

Poria, V., Rana, A., Kumari, A., Grewal, J., Pranaw, K., dan Singh, S. 2021. Current Perspectives on Chitinolytic Enzymes and Their Agro-Industrial Applications. *Biology*. 10(12): 1319.

Pratiwi, R. S., Susanto, T. E., Wardani, Y. A. K., & Sutrisno, A. 2015. Enzim Kitinase dan Aplikasi di Bidang Industri: Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3), 878–887.

Purkan, Baktir, A., & Sayyidah, A. R. 2016. Produksi Enzim Kitinase dari *Aspergillus niger* Menggunakan Limbah Cangkang Rajungan Sebagai Induser. *Jurnal Kimia Riset*, 1(1), 34–41.

Rahajeng, R. F., 2023. *Isolasi Enzim Protease dari Bakteri dalam Limbah Tempe.* Skripsi thesis, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Rathore, A. S., dan Gupta, R. D. 2015. *Chitinases from Bacteria to Human: Properties, Applications, and Future Perspectives*. Enzyme Research. 2015: 791907.

Rojas-Avelizapa, L. I., Cruz-Camarillo, R., Gómez-Ramírez, M., & Rojas-Avelizapa, N. G. 2004. Colloidal Chitin Stained with Remazol Brilliant Blue R®, A Useful Substrate to Select Chitinolytic Microorganisms and to Evaluate Chitinases. *Journal of Microbiological Methods*, 56(2), 213–219.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Saima, Kuddus, M., Roohi, & Ahmad, I. Z. 2013. Isolation of Novel Chitinolytic Bacteria and Production Optimization of Extracellular Chitinase. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, 11*(1), 39–46.

Sharma, S., Kumar, S., Khajuria, A., Ohri, P., Kaur, R., & Kaur, R. 2020. Biocontrol Potential of Chitinases Produced by Newly Isolated Chitinophaga sp. S167. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36, 90.

Shields, P., & Cathcart, L. 2010. *Oxidase Test Protocol*. American Society for Microbiology (ASM).

Singleton, P., & Sainsbury, D. 2006. *Dictionary of Microbiology and Molecular Biology* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Slavin, Y.N., & Bach, H. 2022. Mechanisms of Antifungal Properties of Metal Nanoparticles. *Nanomaterials*, 12(24), 4470.

Teixeira, R. S. S., da Silva, A. S. A., Ferreira-Leitão, V. S., dan Bon, E. P. S. 2012. Amino Acids Interference on the Quantification of Reducing Sugars by the DNS Assay Mislead Carbohydrase Activity Measurements. *Carbohydrate Research*. 363: 33–37.

Veliz, E. A., Martínez-Hidalgo, P., & Hirsch, A. M. 2017. Chitinase-Producing Bacteria and Their Role in Biocontrol. *Biological Control*, 111, 69–81.

Wang, X., T. Isbrandt., M. L. Strube., S. S. Paulsen., M. W. Nielsen., Y. Buijs., E. M. Schoof., T. O. Larsen., L. Gram dan S. Zhang. 2021. Chitin Degradation Machinery and Secondary Metabolite Profiles in the Marine Bacterium Pseudoalteromonas rubra S4059. *Mar. Drugs*. Vol. 19 (108) : 1-15.

Zhang, A., Mo, X., Zhou, N., Wang, Y., Wei, G., Hao, Z., & Chen, K. 2020. Identification of Chitinolytic Enzymes in *Chitinolyticbacter meiyuanensis* and Mechanism of Efficiently Hydrolyzing Chitin to N-Acetyl Glucosamine. *Frontiers in Microbiology*, 11, 572053

Yulianti, N., Wibowo, R., & Kusuma, A. 2025. Karakterisasi Morfologi Bakteri Kitinolitik dari Tanah. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(1), 55–63.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA