



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**PURIFIKASI, KARAKTERISASI, DAN UJI EFEKTIVITAS
ENZIM ALGINAT LIASE DARI ISOLAT BAKTERI *Bacillus
tequilensis* SEBAGAI KANDIDAT ANTI BIOFILM BAKTERI
Pseudomonas aeruginosa UNTUK MENDUKUNG
KESEHATAN NASIONAL**

HAIDAR FAIZ GUMAY 320210301015

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI BIOLOGI**

BOGOR 2025

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Haidar Faiz Gumay
NIM : 320210301015
Program Studi : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Milliter
Judul Skripsi : Purifikasi, Karakterisasi, dan Uji Efektivitas Enzim Alginat Liase dari Isolat Bakteri *Bacillus tequilensis* Sebagai Kandidat Anti Biofilm Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* untuk Mendukung Kesehatan Nasional.

Dosen Pembimbing I,



Nadya Farah, S.Si., M.Si., Ph.D.

PPPK NIP. 198111062023212020

Tanggal: 04 Juli 2025

Dosen Pembimbing II,



Rike Rachmayati, M.Si.

Penata Tk.I III/c NIP. 199110242019022005

Tanggal: 04 Juli 2025

Mengetahui

Ketua Program Studi Biologi



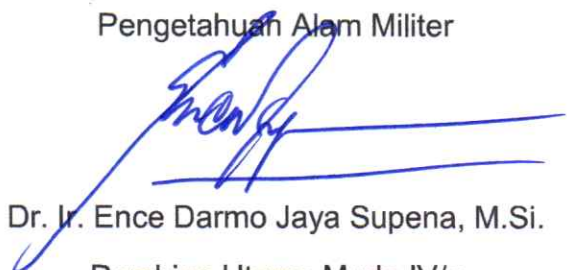
Sukanto, S.Si., M.Sc.

Letkol Arh. NRP. 11970023040672

Tanggal: 11 Agustus 2025

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam Militer



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si.

Pembina Utama Muda IV/c

Tanggal: 12/8-2025



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR.E. silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Haidar Faiz Gumay
NIM : 320210301015
Program Studi : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Milliter
Judul Skripsi : Purifikasi, Karakterisasi, dan Uji Efektivitas Enzim
Alginat Liase dari Isolat Bakteri *Bacillus tequilensis*
Sebagai Kandidat Anti Biofilm Bakteri
Pseudomonas aeruginosa untuk Mendukung
Kesehatan Nasional.

No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing I: Nadya Farah, S.Si., M.Si., Ph.D. PPPK NIP. 198111062023212020		04/07/25
2.	Dosen Pembimbing II: Rike Rachmayati, M.Si. Penata Tk.I III/c NIP. 199110242019022005		04/07/25
3.	Dosen Penguji I: Nabila Swarna Puspa Hermana, S.Si., M.Si Penda Tk.I III/b NIP. 199404272022032003		8/2025 17
4.	Dosen Penguji II: Dr. Rizky Dwi Satrio, S.Si., M.Si. Penda Tk.I III/b NIP. 199212062022031001		7/2025 17



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab, atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan, kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 7 Agustus 2025



Haidar Faiz Gumay

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Haidar Faiz Gumay
NIM : 320210301015
Program Studi : Biologi
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Purifikasi, Karakterisasi, dan Uji Efektivitas Enzim Alginat Liase dari Isolat Bakteri *Bacillus tequilensis* Sebagai Kandidat Anti Biofilm Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* untuk Mendukung Kesehatan Nasional.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada tanggal : 7 Agustus 2025
Yang menyatakan



Haidar Faiz Gumay
NIM. 320210301015

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusunan skripsi dengan judul “Purifikasi, Karakterisasi, dan Uji Efektivitas Enzim Alginat Liase dari Isolat Bakteri *Bacillus tequilensis* Sebagai Kandidat Anti Biofilm Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* untuk Mendukung Kesehatan Nasional.” dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Milliter, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Milliter, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
2. Letnan Kolonel Arh. Sukanto, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Biologi, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
3. Kolonel CKM. (Purn) Nurhadiyanta, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi, Universitas Pertahanan Republik Indonesia periode 2020–2025.
4. Nadya Farah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi pertama dan pembimbing akademik yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan.
5. Rike Rachmayati, M.Si., selaku pembimbing skripsi kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Nabila Swarna Puspa Hermana, S.Si., M.Si., selaku penguji pertama yang telah memberikan masukan dan arahan dalam seminar proposal hingga sidang skripsi penulis.

7. Dr. Rizky Dwi Satrio, S.Si., M.Si., selaku penguji kedua yang telah memberikan masukan dan arahan dalam bidang statistika dari seminar proposal hingga sidang skripsi penulis.
8. Seluruh dosen dan staff Program Studi Biologi, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
9. Ayahanda penulis Ghazali Afyan, Ibunda penulis Yeni Agustina Nasution, serta saudara penulis yang telah mendoakan, memberikan dukungan, dan memotivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Para peneliti dan rekan-rekan kelompok riset enzim terkait karbohidrat, Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian.
11. Rekan-rekan Biologi Cohort 2 terkhusus keluarga asuh "Tyto sp." yang sangat luar biasa memberikan motivasi dan berjuang bersama sejak awal perkuliahan.
12. Rekan-rekan Nara Dyaviksatra angkatan ke-2 terkhusus keluarga asuh "Kresna" yang telah memberikan motivasi dan bantuan dalam penyelesaian skripsi.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas peran dan bantuannya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca terkhusus bagi penulis pribadi dan juga bagi pengembangan ilmu pengetahuan Biologi kedepannya.

Bogor, 7 Agustus 2025



Haidar Faiz Gumay

ABSTRAK

PURIFIKASI, KARAKTERISASI, DAN UJI EFEKTIVITAS ENZIM ALGINAT LIASE DARI ISOLAT BAKTERI *Bacillus tequilensis* SEBAGAI KANDIDAT ANTI BIOFILM BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* UNTUK MENDUKUNG KESEHATAN NASIONAL

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri patogen oportunistik yang menyebabkan penyakit infeksi serius. Fleksibilitas genom bakteri ini meningkatkan keparahan penyakit infeksi terutama pada pasien dengan imun yang lemah (imunodefisiensi). Bakteri ini mampu membentuk biofilm sehingga, proses penyembuhan penyakit infeksi sulit dilakukan. Pembentukan biofilm oleh *Pseudomonas aeruginosa* menyulitkan pemberian antibiotik karena bakteri dapat menjadi resistan terhadap antibiotik. Biofilm mengandung berbagai komponen, salah satunya alginat, yang dapat didegradasi oleh enzim alginat liase. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa enzim ini dapat dihasilkan oleh *Bacillus tequilensis* yang berasosiasi dengan nudibranchia. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memurnikan enzim alginat liase dari isolat tersebut, mengkarakterisasi sifat enzim, serta menguji efektivitasnya dalam menghambat dan mendegradasi biofilm. Purifikasi parsial dilakukan dengan mengoptimasi konsentrasi amonium sulfat, diikuti dengan purifikasi lebih lanjut menggunakan kromatografi penukar ion (anion). Hasil kedua tahap purifikasi mampu meningkatkan aktivitas spesifik enzim dari 0,150 U/mg menjadi 1,439 U/mg. Karakterisasi enzim mengungkapkan bahwa aktivitas optimum dicapai menggunakan buffer 50 mM Natrium Asetat pH 6.0, serta suhu 40 °C. Selain itu, penambahan 1 M NaCl dan 5 mM FeSO₄ diketahui dapat meningkatkan aktivitas enzim. Uji antibiofilm menunjukkan bahwa enzim alginat liase efektif dalam menghambat serta mendegradasi biofilm pada konsentrasi 200 µg/ml. Hasil ini menunjukkan potensi enzim alginat liase dari *Bacillus tequilensis* sebagai agen antibiofilm yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi medis atau industri.

Kata kunci : Anti biofilm, *Bacillus tequilensis*, Enzim alginat liase, Karakterisasi enzim, Purifikasi enzim

ABSTRACT

PURIFICATION, CHARACTERIZATION, AND EFFECTIVENESS TEST OF ALGINATE LYASE ENZYME FROM *Bacillus tequilensis* ISOLATE AS A CANDIDATE FOR ANTI BIOFILM AGENT AGAINST *Pseudomonas aeruginosa* TO SUPPORT NATIONAL HEALTH

Pseudomonas aeruginosa is an opportunistic pathogenic bacterium responsible for severe infectious diseases. Its genomic flexibility enhances the severity of infections, particularly in immunocompromised patients. This bacterium is capable of forming biofilms, which complicates the treatment process, as biofilm-associated bacteria exhibit increased resistance to antibiotics. One of the major components of the biofilm matrix is alginate, which can be degraded by the enzyme alginate lyase. Previous studies have demonstrated that this enzyme can be produced by *Bacillus tequilensis* associated with nudibranchs. Therefore, this study aimed to purify alginate lyase from the aforementioned isolate, characterize its enzymatic properties, and evaluate its effectiveness in inhibiting and degrading biofilms. Partial purification was carried out by optimizing ammonium sulfate precipitation, followed by further purification using anion-exchange chromatography. These two purification steps successfully increased the specific activity of the enzyme from 0.150 U/mg to 1.439 U/mg. Enzymatic characterization revealed that optimal activity was achieved in 50 mM sodium acetate buffer at pH 6.0 and a temperature of 40 °C. Additionally, the presence of 1 M NaCl and 5 mM FeSO₄ was found to enhance enzymatic activity. Anti-biofilm assays demonstrated that alginate lyase was effective in inhibiting and degrading biofilms at a concentration of 200 µg/mL. These findings highlight the potential of alginate lyase from *Bacillus tequilensis* as a promising anti-biofilm agent for potential medical or industrial applications.

Keywords : Alginate lyase enzyme, Anti biofilm, *Bacillus tequilensis*, Enzyme characterization, Enzyme purification

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK (Bahasa Indonesia).....	viii
ABSTRACT (Bahasa Inggris)	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	17
2.3 Kerangka Berpikir	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Metode dan Desain Penelitian	20
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.3 Alat dan Bahan	21
3.4 Prosedur Penelitian	22
3.5 Metode Analisis	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Hasil.....	32
4.2 Pembahasan.....	42

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> pada Scanning Electron Microscope (SEM) Perbesaran 1000x.	6
Gambar 2.2	Tahapan Pembentukan Biofilm <i>Pseudomonas aeruginosa</i> . 8	
Gambar 2.3	Struktur Alginat Poly M, Poly G, dan Keduanya.....	9
Gambar 2.4	Spesifitas Enzim Alginat Liase Berdasarkan Substratnya..	11
Gambar 2.5	Mekanisme Degradasi Alginat oleh Enzim Alginat Liase. .	12
Gambar 2.6	Diagram Alur Kerangka Berpikir.	19
Gambar 4.1	Pengaruh Konsentrasi Amonium Sulfat (%) Terhadap Aktivitas Enzim Alginat Liase (U/ml).	32
Gambar 4.2	Elektroforegram SDS-PAGE Enzim Alginat Liase Dengan Berbagai Konsentrasi Amonium Sulfat.	33
Gambar 4.3	Fraksi-Fraksi Hasil Purifikasi Enzim Alginat Liase Menggunakan Alat AKTA Go.....	34
Gambar 4.4	Elektroforegram SDS-PAGE Enzim Alginat Liase Dengan Metode Pewarnaan Perak.	36
Gambar 4.5	Pengaruh pH Terhadap Aktivitas Enzim Alginat Liase.....	37
Gambar 4.6	Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Enzim Alginat Liase..	38
Gambar 4.7	Pengaruh Konsentrasi NaCl Terhadap Aktivitas Enzim Alginat Liase	39
Gambar 4.8	Pengaruh Ion Logam dan Senyawa Kimia Terhadap Enzim Alginat Liase	40
Gambar 4.9	Hasil Boxplot Uji Penghambatan Biofilm (MBIC)	41
Gambar 4.10	Hasil Boxplot Uji Pendegradasi Biofilm (MBEC)	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3.1 Waktu Penelitian.	20
Tabel 4.1 Data Kuantitatif Enzim Alginat Liase Hasil Purifikasi.....	35



DAFTAR SINGKATAN

EPS	: <i>Extracellular Polymeric Substance</i>
ISP	: <i>International Streptomyces Project</i>
SDS PAGE	: <i>Sodium Dodecyl Sulfate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis</i>
CBB	: <i>Coomassie Brilliant Blue</i>
DNS	: 3,5-dinitrosalisilat
kDa	: Kilo Dalton
QFF	: <i>Quaternary Fast Flow</i>
OD	: <i>Optical Density</i>
MBIC	: <i>Minimum Biofilm Inhibitory Concentration</i>
MBEC	: <i>Minimum Biofilm Eradication Concentration</i>

