



PRODUKSI DAN KARAKTERISASI ENZIM PROTEASE DARI BAKTERI HALOFILIK *Halobacillus trueperi* ASAL LADANG GARAM LOMBOK DAN BIMA

ALYA ASHANTY PANDIANGAN



DEPARTEMEN BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Produksi dan Karakterisasi Enzim Protease dari Bakteri Halofilik *Halobacillus trueperi* Asal Ladang Garam Lombok dan Bima” 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, Juni 2026

Alya Ashanty Pandiangan
G8401221012

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 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.

ABSTRAK

ALYA ASHANTY PANDIANGAN. Produksi dan Karakterisasi Enzim Protease dari Bakteri Halofilik *Halobacillus trueperi* Asal Ladang Garam Lombok dan Bima. Dibimbing oleh MEGA SAFITHRI dan DIAN ALFIAN NURCAHYANTO.

Pemanfaatan enzim protease ekstraseluler untuk produk ramah lingkungan seperti deterjen menunjukkan peningkatan yang signifikan. Bakteri *Halobacillus trueperi* isolat 20–1a dan BM 7–2b menunjukkan potensi produksi enzim protease, sehingga perlu dilakukan analisis dan karakterisasi untuk menghasilkan enzim protease yang optimum. Analisis kurva pertumbuhan dan aktivitas protease dilakukan untuk menentukan waktu optimum produksi. *Crude extract* dikarakterisasi berdasarkan pH, suhu, konsentrasi NaCl, ion logam, serta inhibitor dan surfaktan terhadap aktivitas protease. Aktivitas protease kedua isolat optimum pada suhu 60 °C dan pH 8. Pengaruh NaCl menunjukkan penurunan aktivitas secara bertahap, sementara penambahan ion logam Mn^{2+} menunjukkan peningkatan aktivitas enzim. Pengaruh inhibitor EDTA menunjukkan penurunan aktivitas protease, sedangkan penambahan surfaktan memberikan pengaruh aktivitas yang bervariasi. Enzim protease yang dihasilkan diduga golongan metalloprotease karena aktivitasnya meningkat pada penambahan Mn^{2+} . Analisis SDS-PAGE menunjukkan pita dominan berukuran ± 70 kDa dan *zymogram* menunjukkan tiga pita yang mengindikasikan adanya lebih dari satu bentuk enzim aktif.

Kata Kunci: bakteri halofilik, protease, karakterisasi enzim, produksi.

ABSTRACT

ALYA ASHANTY PANDIANGAN. Production and Characterization of Protease Enzyme from the Halophilic Bacteria *Halobacillus trueperi* Isolated from Salt Ponds in Lombok and Bima. Supervised by MEGA SAFITHRI and DIAN ALFIAN NURCAHYANTO.

The utilization of extracellular protease enzymes for environmentally friendly products such as detergents has shown significant growth. *Halobacillus trueperi* isolates 20–1a and BM 7–2b demonstrate potential for protease enzyme production, thus requiring further analysis and characterization to obtain enzymes with optimal performance. Growth curve analysis and protease activity assays were conducted to determine the optimal production time. The crude extract was characterized based on pH, temperature, NaCl concentration, metal ions, as well as the effects of inhibitors and surfactants on protease activity. The protease activity of both isolates was optimal at 60 °C and pH 8. The effect of NaCl showed a gradual decrease in activity, while the addition of Mn^{2+} ions enhanced enzyme activity. The presence of the inhibitor EDTA reduced protease activity, whereas surfactants exhibited varying effects on enzyme activity. The protease enzyme is presumed to belong to the metalloprotease group, as indicated by increased activity in the presence of Mn^{2+} . SDS-PAGE analysis revealed a dominant band at approximately 70 kDa, and zymogram analysis showed three bands, indicating the presence of more than one active enzyme form.

Keywords: halophilic bacteria, protease, enzyme characterization, production



© 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.

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.

PRODUKSI DAN KARAKTERISASI ENZIM PROTEASE DARI BAKTERI HALOFILIK *Halobacillus trueperi* ASAL LADANG GARAM LOMBOK DAN BIMA

ALYA ASHANTY PANDIANGAN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Biokimia

**DEPARTEMEN BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- 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 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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Prof. Dr. Dra. Laksmi Ambarsari, M.S.
2. Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si.



@Hak cipta milik IPB University

Judul Skripsi : Produksi dan Karakterisasi Enzim Protease dari Bakteri Halofilik
Halobacillus trueperi Asal Ladang Garam Lombok dan Bima
Nama : Alya Ashanty Pandiangan
NIM : G8401221012

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:
Dian Alfian Nurcahyanto, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Biokimia:
Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.
NIP. 197709152005012002



Tanggal Ujian: : 'O gk2026

Tanggal Lulus:

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 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 Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penelitian dengan judul “Produksi dan Karakterisasi Enzim Protease dari Bakteri Halofilik *Halobacillus trueperi* Asal Ladang Garam Lombok dan Bima” telah dilaksanakan pada Bulan November 2025 sampai Februari 2026. Karya ilmiah ini merupakan syarat memperoleh gelar sarjana di Departemen Biokimia.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si selaku pembimbing pertama dan Bapak Dian Alfian Nurcahyanto, S.Si., M.Si selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam melaksanakan penelitian hingga selesai. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Ekowati Chasanah, M.Sc yang telah banyak memberikan bantuan dan saran selama penulis melakukan penelitian di BRIN. Di samping itu, terima kasih penulis sampaikan kepada staf Laboratorium Taksa Pusat Riset Biosistemika dan Evolusi BRIN Cibinong, staf Departemen Biokimia, dan komisi pendidikan Departemen Biokimia yang telah membantu dalam penyediaan fasilitas, layanan, serta bantuan administrasi selama pelaksanaan tugas akhir. Terima kasih dan apresiasi yang tulus penulis ucapkan kepada keluarga khususnya, Bapak (Ronald Pandiangan), Ibu (Susanti), dan Adik (Al Rayyan) atas dukungan, doa, dan kasih sayang yang tak henti-hentinya diberikan selama penulis menempuh pendidikan.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Tim Lab Taksa (Kak Oyi, Kak Nadia, Kak Kania, Mbak Aen, Kak Fendi, dan Ibu Verli) atas kebersamaan, diskusi aktif, dan dukungan selama proses penelitian di BRIN. Terima kasih sepenuh hati penulis berikan kepada teman dekat di Departemen Biokimia (Sofia, Aulia, Nurul, Anggita, Ikram, Firli, Ahda, Azriel, Sulis, Marsha, dan Bakti), Kami Halal (Grace, Nova, Alanis, Aura, Dhava, Sulthan, dan Farid), Pasulow (Jamilah, Rahmdani, dan Zaki), teman yang kebersamai penulis di masa kepenulisan skripsi (Hariyani, Devi, dan Nabila), serta teman-teman Biokimia 59 yang telah memberikan semangat, motivasi, dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Kebersamaan dan dukungan kalian sangat berarti bagi penulis. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga karya ilmiah dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan dan berkontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya studi terkait enzim protease dari bakteri halofilik.

Bogor, Juni 2026

Alya Ashanty Pandiangan



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Ladang Garam	3
2.2 Bakteri Halofilik	4
2.3 Bakteri <i>Halobacillus trueperi</i>	5
2.4 Enzim Protease	7
2.5 Penggolongan Protease	9
2.6 Zymography	10
III METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Prosedur Kerja	13
3.4 Analisis Data	19
IV HASIL	20
4.1 Validasi Potensi Protease bakteri <i>Halobacillus trueperi</i>	20
4.2 Kurva Pertumbuhan dan Aktivitas Protease	20
4.3 Optimasi pH terhadap Aktivitas Enzim	22
4.4 Optimasi Suhu terhadap Aktivitas Enzim	23
4.5 Karakterisasi Pengaruh Konsentrasi NaCl	24
4.6 Karakterisasi Pengaruh Ion Logam	25
4.7 Karakterisasi Pengaruh Inhibitor dan Surfaktan	26
4.8 Analisis SDS PAGE dan <i>Zymogram</i>	27
V PEMBAHASAN	29
5.1 Validasi Potensi Protease bakteri <i>Halobacillus trueperi</i>	29
5.2 Kurva Pertumbuhan dan Aktivitas Protease	30
5.3 Optimasi pH terhadap Aktivitas Protease	31
5.4 Optimasi Suhu terhadap Aktivitas Protease	32
5.5 Karakterisasi Pengaruh NaCl terhadap Aktivitas Protease	33
5.6 Karakterisasi Pengaruh Ion Logam terhadap Aktivitas Protease	34
5.7 Karakterisasi Pengaruh Inhibitor dan Surfaktan	35
5.8 Analisis SDS PAGE dan <i>Zymogram</i>	36
VI SIMPULAN DAN SARAN	38
6.1 Simpulan	38

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

6.2	Saran	38
	LAMPIRAN	48
	RIWAYAT HIDUP	59

6.2	Saran	38
	LAMPIRAN	48
	RIWAYAT HIDUP	59

@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 TABEL

1	Komposisi senyawa yang terdapat pada garam krosok hasil produksi ladang garam	4
2	Mikroorganisme yang memiliki kemampuan menghasilkan protease	9
3	Karakterisasi dari jenis protease	11

DAFTAR GAMBAR

1	Proses penggaraman dengan sistem bertingkat (<i>getrape</i>)	3
2	Aplikasi protease ekstraseluler dari bakteri halofilik	6
3	Mekanisme hidrolisis protease pada ikatan peptida	8
4	Mekanisme teknik zymography	11
5	Validasi potensi protease <i>Halobacillus trueperi</i> kode (A) 20–1a dan (B) BM 7–2b pada media <i>skim milk agar</i>	20
6	Kurva pertumbuhan dan aktivitas protease isolat 20–1a	21
7	Kurva pertumbuhan dan aktivitas protease isolat BM 7–2b	22
8	Optimasi pengaruh pH terhadap aktivitas enzim protease pada isolat (A) 20–1a dan (B) BM 7–2b	23
9	Optimasi pengaruh suhu terhadap aktivitas enzim protease pada isolat (A) 20–1a dan (B) BM 7–2b	23
10	Karakterisasi pengaruh konsentrasi NaCl terhadap aktivitas enzim protease isolat 20–1a	24
11	Karakterisasi pengaruh konsentrasi NaCl terhadap aktivitas enzim protease isolat BM 7–2b	24
12	Karakterisasi pengaruh ion logam terhadap aktivitas enzim protease isolat 20–1a	25
13	Karakterisasi pengaruh ion logam terhadap aktivitas enzim protease isolat BM 7–2b	26
14	Karakterisasi pengaruh inhibitor EDTA dan surfaktan terhadap aktivitas enzim protease isolat 20–1a	27
15	Karakterisasi pengaruh inhibitor EDTA dan surfaktan terhadap aktivitas enzim protease isolat BM 7–2b	27
16	Hasil analisis SDS PAGE menggunakan silver staining (A) dan native <i>zymogram</i> (B) enzim protease isolat 20–1a dan BM 7–2b. Pita pada SDS PAGE menunjukkan profil protein, sedangkan zona bening pada <i>zymogram</i> menunjukkan tiga fragmen aktivitas protease dalam degradasi substrat kasein (a, b, dan c)	28

DAFTAR LAMPIRAN

1	Bagan alir penelitian	49
---	-----------------------	----

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.

2	Uji aktivitas protease	50
3	Kurva standar tirosin	50
4	Preparasi bahan analisis <i>native zymogram</i>	51
5	Preparasi bahan SDS PAGE silver staining	52
6	Indeks proteolitik <i>Halobacillus trueperi</i> isolat 20–1a dan BM 7–2b	53
7	Optimasi pH terhadap Aktivitas Enzim	53
8	Optimasi pengaruh suhu terhadap Aktivitas Enzim	54
9	Pengaruh konsentrasi NaCl terhadap aktivitas enzim protease	55
10	Pengaruh ion logam terhadap aktivitas enzim protease	56
11	Pengaruh inhibitor dan surfaktan	57

@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.