

SKRIPSI

**KARAKTERISASI ENZIM KOLAGENASE DARI SALURAN
PENCERNAAN IKAN GABUS (*Channa striata*)**

***CHARACTERIZATION OF COLLAGENASE ENZYMES FROM
THE DIGESTIVE TRACT OF SNAKEHEAD FISH (*Channa
striata*)***



**Andella Angriany
05061181823050**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

SUMMARY

ANDELLA ANGRIANY. *Characterization of Collagenase Enzymes From The Digestive Tract of Snakehead Fish (Channa striata) (Supervised by ACE BAEHAKI).*

This study aims to determine the value of collagenase enzyme activity from the digestive tract of snakehead fish (Channa striata) by partially purifying the collagenase enzyme using ammonium sulfate and characterizing the collagenase enzyme o the effect of temperature. experimental laboratory method with extract testing carried out 3 (times) replicates, using collagenase enzyme activity testing. The data obtained were analyzed descriptively. The results showed that the value of the collagenase enzyme activity of snakehead fish with casein substrate was 1.729 U/ml which was higher than that of snakehead fish skin collagenase was 1.433 U/ml. Snakehead fish intestine supernatant deposited using ammonium sulfate had optimum enzyme activity at 80% ammonium sulfate concentration of 0 U/ml. The optimum environmental conditions collagenase enzyme activity are 40°C.

Keywords: Collagenase enzyme, Enzyme activity, Digestive Tract of Snakehead fish

RINGKASAN

ANDELLA ANGRIANY. Karakterisasi Enzim Kolagenase dari Saluran Pencernaan Ikan Gabus (*Channa striata*) (Dibimbing oleh **ACE BAEHAKI**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai aktivitas enzim kolagenase dari saluran pencernaan ikan gabus (*Channa striata*) dengan memurnikan enzim kolagenase menggunakan amonium sulfat secara parsial dan melakukan karakterisasi terhadap pengaruh suhu. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode secara eksperimental laboratorium dengan pengujian ekstrak dilakukan sebanyak 3 (kali) ulangan, menggunakan pengujian aktivitas enzim kolagenase. Data yang didapatkan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan nilai aktivitas enzim kolagenase ikan gabus dengan substrat kasein sebesar 1,729 U/ml lebih tinggi dari substrat kolagen dari kulit ikan gabus sebesar 1,433 U/ml. Supernatan usus ikan gabus hasil pengendapan menggunakan amonium sulfat memiliki aktivitas enzim optimum pada konsentrasi amonium sulfat 80% sebesar 0 U/ml. Kondisi optimum lingkungan untuk aktivitas enzim kolagenase pada suhu 40°C.

Kata Kunci: Enzim kolagenase, Aktivitas enzim, Saluran Pencernaan Ikan Gabus

SKRIPSI

**KARAKTERISASI ENZIM KOLAGENASE DARI SALURAN
PENCERNAAN IKAN GABUS (*Channa striata*)**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Andella Angriany
05061181823050**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**KARAKTERISASI ENZIM KOLAGENASE DARI SALURAN
PENCERNAAN IKAN GABUS (*Channa striata*)**


SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan pada
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

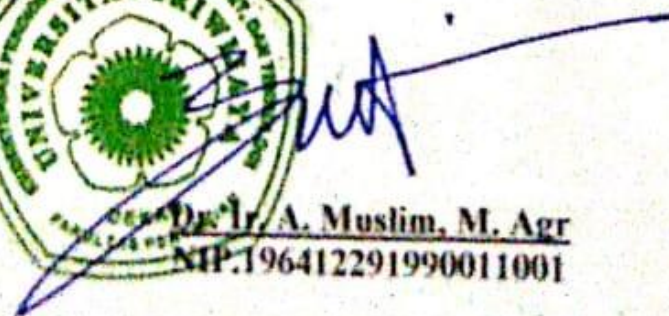
Andella Angriany
05061181823050

Indralaya, Juli 2022
Pembimbing


Prof. Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si
NIP.197606092001121001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian

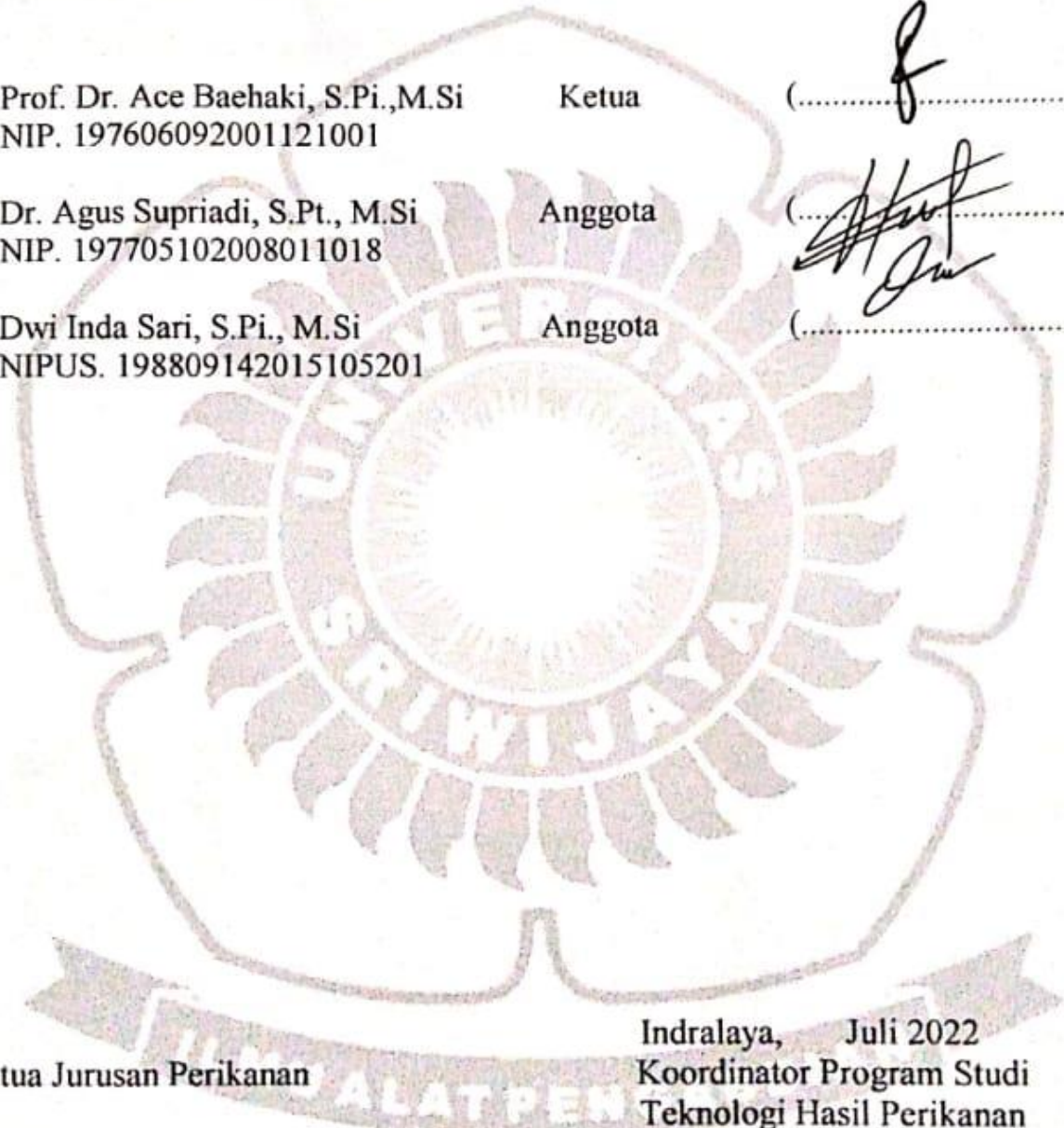



Dr. A. Muslim, M. Agr
NIP.196412291990011001

Skripsi dengan judul "Karakterisasi Enzim Kolagenase dari Saluran Pencernaan Ikan Gabus (*Channa striata*)" oleh Andella Angriany telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Pada Tanggal 30 Juni 2022 dan telah selesai diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si Ketua (.....)
NIP. 197606092001121001
2. Dr. Agus Supriadi, S.Pt., M.Si Anggota (.....)
NIP. 197705102008011018
3. Dwi Inda Sari, S.Pi., M.Si Anggota (.....)
NIPUS. 198809142015105201



Ketua Jurusan Perikanan

Indralaya, Juli 2022
Koordinator Program Studi
Teknologi Hasil Perikanan



Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si
NIP. 197602082001121003

Prof. Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si
NIP. 197606092001121001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andella Angriany

NIM : 05061181823050

Judul : Karakterisasi Enzim Kolagenase dari Saluran Pencernaan Ikan Gabus
(*Channa striata*)

Menyatakan bahwa seluruh data dan informasi yang terdapat di dalam skripsi ini merupakan hasil dari penelitian saya sendiri dengan arahan pembimbing kecuali yang telah disebutkan dengan jelas sumbernya dan belum pernah diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada instansi lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Juli 2022

Yang membuat pernyataan



Andella Angriany

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Lahat pada tanggal 21 September 2000. Kedua orang tua penulis bernama Bapak Syamsul Effendi dan Ibu Lisna Wati. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Pendidikan penulis bermula di Sekolah Dasar di SDN 14 Kota Lahat dan diselesaikan pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 2 Kota Lahat dan selesai pada tahun 2015, serta Sekolah Menengah Atas Jurusan IPA di SMAN 2 Kota Lahat yang selesai pada tahun 2018. Sejak tahun 2018 penulis tercatat sebagai mahasiswa aktif Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis pernah mengikuti program permata sakti di Universitas Malang, Universitas Diponegoro, program permata sari di Universitas Negeri Jakarta dan program merdeka belajar di Universitas Sriwijaya. Penulis telah menjadi asisten dosen mata kuliah Praktikum Dasar-Dasar Teknologi Hasil Perikanan (2019 - 2020), mata kuliah Praktikum Mutu Hasil Perikanan (2020 - 2021), mata kuliah Praktikum Limbah Hasil Perikanan(2020-2021) dan mata kuliah Praktikum Bioteknologi Hasil Perikanan (2021 - 2022). Penulis turut aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan (HIMASILKAN) sebagai anggota Departemen Kesekretariatan (2018 - 2020), mengikuti organisasi BEM FP UNSRI menjadi staff muda Dinas Pemuda Olahraga dan Kreativitas Mahasiswa (PORAKREMA) Kabinet Karya Muda periode 2019/2020, selanjutnya menjadi staff ahli (ADKAM) Kabinet Pertanian Serasi periode 2020/2021. Penulis juga aktif dalam keorganisasian di lingkup kampus mulai dari organisasi kedaerahan Ikatan Mahasiswa Lahat (IKAMALA) menjadi mahasiswa aktif di ikamala dan pernah menjabat sebagai Seketarsis departemen kewirausahaan periode 2019/2020. Penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) Angkatan ke-93 pada Desember 2020 sampai Januari 2021. Pada tahun 2021 penulis melakukan Praktek Lapangan di Laboratorium Pengolahan Hasil Perikanan, Indralaya dengan melakukan sosialisasi pengolahan dawet rumput laut secara daring melalui akun Youtube Teknologi Hasil Perikanan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. atas segala rahmatnya sehingga penulis dapat Menyusun Skripsi yang berjudul "Karakterisasi Enzim Kolagenase dari Saluran Pencernaan Ikan Gabus (*Channa striata*)" sebagai sarana pengaplikasian ilmu yang diperoleh selama melaksanakan perkuliahan serta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang turut membantu dalam proses pembuatan skripsi ini, maka dari itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr, selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya;
2. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si, selaku ketua Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya;
3. Bapak Prof. Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Perikanan sekaligus dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktunya serta memberikan arahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi;
4. Bapak Dr. Agus Supriyadi, S.Pt., M.Si, selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan ilmu, saran dan masukan dalam penyusunan skripsi;
5. Ibu Dwi Inda Sari, S.Pi., M.Si, selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan ilmu, saran dan masukan dalam penyusunan skripsi;
6. Ibu Susi Lestari, S.Pi. M.Si, selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan nasihat dan motivasi dalam perkuliahan;
7. Seluruh dosen Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Bapak Dr. Rinto S.Pi., M.P, Bapak Herpandi, S.Pi., M.Si., Ph.D, Bapak Sabri Sudirman, S.Pi., M.Si., Ph.D, Bapak Gama Dian Nugroho, S.Pi., M.Sc, Ibu Sherly Ridhowati, S.T.P., M.Si, Ibu Indah Widiastuti, S.Pi., M.Si., Ph.D, Ibu Shanti Dwita Lestari, S.Pi., M.Sc , Ibu Siti Hanggita. R.J. S.T.P., M.Si, Ibu Puspa Ayu Pitayati, S.Pi., M.Si, atas nasihat, ilmu dan saran yang diberikan selama masa perkuliahan;

8. Kedua orang tua saya Bapak Syamsul Effendi dan Ibu Lisna Wati yang selalu mendo'akan saya, memberikan nasihat, memotivasi setiap langkah penulis dan selalu memberikan dukungan kepada penulis dari sejak penulis dilahirkan sampai dengan saat ini;
9. Saudara laki-laki saya Rio Apriansya yang selalu memberikan semangat dan motivasi selama penulis berkuliah;
10. Staf administrasi dan Analis laboratorium Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis selama penelitian;
12. Sahabat saya Okta, Deami, Rina, Nadhila, Prasasti, dan Peggy;
11. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan angkatan-18: Aatikah, Aga, Amal, Amalia, Anggi, Aria, Arinda, Ayu, Asoka, Dayu, Dedek, Durrotun, Eka, Fauzan, Firli, Enjelina, Galih, Gilang, Helpi, Krisdayanti, Laila, Lusi, Mey, Mifta, Mirli, Monica, Mutiara, Nia, Nurachma, Prenki, Rindi, Sandra, Silvia, Trisni, Yohana dan Zubai atas dukungannya selama ini;

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Penulis juga mengharapkan semoga penulisan skripsi ini dapat dimanfaatkan untuk perkembangan ilmu pengetahuan bagi penulis dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Indralaya, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kerangka Pemikiran.....	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus (<i>Channa striata</i>)	4
2.2. Kolagenase pada Ikan.....	5
2.3. Pemurnian Enzim.....	6
2.4. Karakteristik Enzim Kolagenase	7
2.4.1. pH Optimal	7
2.4.2. Suhu Optimal	8
2.4.3. Pengaruh Inhibitor.....	9
2.4.4. Pengaruh Ion Logam	10
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	11
3.1. Tempat dan Waktu	11
3.2. Alat dan Bahan.....	11
3.3. Metode Penelitian	11
3.4. Cara Kerja.....	11
3.5. Parameter Pengamatan	12
3.5.1. Pengukuran Aktivitas Enzim Kolagenase	12
3.5.2. Pemurnian Secara Parsial Enzim Kolagenase dengan Amonium Sulfat	13
3.5.3. Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Enzim Kolagenase.....	13

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1. Spesifitas Terhadap Substrat.....	14
4.2. Pemurnian Secara Parsial Enzim Kolagenase dengan Amonium Sulfat	16
4.3. Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Enzim Kolagenase.....	18
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	21
5.1. Kesimpulan.....	21
5.2. Saran.....	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ikan Gabus (<i>Channa striata</i>)	4
Gambar 4.2. Grafik Hasil Pemurnian Secara Parsial Enzim Kolagenase dengan amonium sulfat	17
Gambar 4.3. Grafik Hasil Aktivitas Enzim Kolagenase Usus Ikan Gabus Terhadap Pengaruh Suhu	19

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Nilai Aktivitas Enzim Berdasarkan Jenis Substrat.....	14

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Proses Ekstraksi Enzim Kolagenase Usus Ikan Gabus (<i>Channa striata</i>).....	30
Lampiran 2. Perhitungan Aktivitas Enzim Kolagenase Usus Ikan Gabus Berdasarkan Jenis Substrat	31
Lampiran 3. Perhitungan Aktivitas Enzim Kolagenase Usus Ikan Gabus Dengan Pemurnian Secara Parsial Menggunakan Amonium Sulfat.....	32
Lampiran 4. Perhitungan Aktivitas Enzim Kolagenase Usus Ikan Gabus Terhadap Pengaruh Suhu	35
Lampiran 5. Dokumentasi Selama Penelitian	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam bidang industri pangan maupun non pangan enzim sering digunakan, menurut Lestari dan Nisa (2018), enzim menjadi biokatalisator alami yang bisa meningkatkan kecepatan proses reaksi tanpa habis bereaksi. Sifat kerja enzim yang menurunkan tenaga aktivitas reaksi dengan mengikat moleku reaktan dan menahannya sehingga proses pemutusan ikatan kimia dan pembentukan ikatan berlangsung lebih mudah. Aktivitas enzim untuk bisa menghidrolisis khususnya protein dapat ditentukan beberapa faktor misalnya konsentrasi protein, pH, suhu, substrat, inhibitor dan aktivator. Dimana sifat enzim yang alami, hemat biaya, efektif dan efisien memunculkan suatu pemikiran untuk mencari dan menemukan enzim baru yang mempunyai ciri khas yang unik terutama yang bersumber dari hasil perikanan. Hasil perikanan yang banyak menghasilkan limbah yaitu ikan gabus. Dirjen Perikanan Budi Daya Kementrian Kelautan dan Perikanan (KKP), mengatakan bahwa produksi ikan gabus meningkat pada tahun 2019 sebanyak 21.987 ton yang sebelumnya pada tahun 2015 sebanyak 6.490 ton (Rahman, MR., 2020). Pengolahan ikan gabus baik pada skala rumah tangga maupun industri masih mempunyai permasalahan limbah yang bisa mencemari lingkungan lantaran yang diambil hanya dagingnya saja. Tetapi pada umumnya limbah kulit, sisik, dan tulang dimanfaatkan sebagai sumber kolagen. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan mengkonversikan limbah organ dalam ikan sebagai produk yang memiliki nilai tambah sehingga mempunyai nilai jual yang tinggi secara ekonomis.

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan salah satu sumber protein, sumber enzim protease dan enzim kolagenase. Enzim kolagenase mampu menghidrolisis protein yang masih ada dalam daging. Enzim kolagenase bisa mendegradasi ikatan polipeptida terutama dalam jaringan ikan ataupun kolagen dalam ikan. Menurut Yuniarti *et al.*(2010), ekstrak kasar kolagenase dari usus diketahui mengandung aktivitas kolagenase yang lebih tinggi, dibandingkan organ dalam

yang lainnya. Dalam penelitian Yuniarti *et al.*, (2009) menyampaikan bahwa nilai aktivitas enzim pada sisa organ dalam sebesar 0,196 U/mg, usus sebesar 0,864 U/mg, pilorik kaeka sebesar 0,275 U/mg, dan hati sebesar 0,255 U/mg. Enzim yang sangat berperan dalam proses pencernaan dalam tubuh yaitu enzim protease (Fujaya, 2004). Dalam sistem pencernaan ikan, protein dari pakan tidak langsung diserap tetapi didegradasi terlebih dahulu oleh enzim protease menjadi asam amino atau peptida kemudian diserap oleh tubuh. Proses degradasi protein ini terjadi di lambung dan usus, sementara penyerapan makanan terjadi di usus. Usus halus adalah loka sebagian pencernaan terjadi secara kimiawi. Sebagian besar enzim pencernaan yang bekerja dalam usus disekresikan oleh pankreas melalui *pankreatik duct*.

Kolagenase sebagai salah satu produk bioteknologi dapat dimanfaatkan pada berbagai macam bidang. Menurut Nurhayati *et al.* (2010), menyampaikan bahwa enzim kolagenase sudah banyak diaplikasikan pada industri, obat-obatan dan penelitian. Pemanfaatan enzim kolagenase pada bidang perikanan untuk penyamakan kulit ikan dan hidrolisat protein. Enzim kolagenase juga sudah banyak dimanfaatkannya dalam bidang kesehatan seperti transplantasi klinis, fungsi seluler pada penggumpalan darah, fibrinolisis (Simpson, 2000) dan meningkatkan proses penyembuhan luka (Rilley dan Herman, 2005). Enzim kolagenase dari hepatopankreas kepiting telah dipakai untuk *deskinning* pada cumi-cumi. Namun enzim kolagenase yang lebih dimurnikan belum diketahui sifat karakteristiknya. Mengingat peranan enzim kolagenase tersebut, maka dilakukan karakterisasi enzim kolagenase pada saluran pencernaan ikan gabus (*Channa striata*) untuk mengetahui kondisi optimal aktivitas kolagenase.

1.2. Kerangka Pemikiran

Menurut penelitian Rizka (2019), hidrolisat protein jeroan ikan gabus memiliki nilai derajat hidrolisis yang mengalami peningkatan seiring dengan naiknya konsentrasi enzim yang diberikan yaitu dari 18,9 % sampai 70,3 %. kadar protein mengalami peningkatan sampai dengan konsentrasi enzim 30%, namun mengalami penurunan pada konsentrasi enzim 40%.

Menurut penelitian Yuniarti *et al.* (2009), dimana hasil ekstraksi organ dalam ikan bandeng terdapat aktivitas kolagenase pada semua bagian yaitu usus, pilorik

kaeka, hati dan sisa organ dalam lain. Aktivitas kolagenase yang tertinggi terdapat pada usus yaitu sebesar 0,864 U/mg menit protein enzim. Karakteristik ekstrak kasar kolagenase diperoleh suhu optimum 50°C, pH optimal 7,8 kolagenase dihambat oleh PSMF serta ion logam sebagai kofaktor yang dapat meningkatkan aktivitas kolagenase yaitu ion Ca^{2+} dan Na^{1+} enzim kolagenase ini stabil pada 10-50°C and pH 8-9.

Menurut penelitian Wikky (2021), rendemen ekstrak kasar enzim kolagenase menunjukkan perbedaan dari setiap perlakuan dari pH (6,5; 7,5; 8,5). Rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan pH 8,5 sebesar 83,15%. Organ dalam dari ikan malong (*Congresox talabon*) dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku enzim kolagenase. Aktivitas ekstrak kasar enzim kolagenase yang diperoleh pada pH 8.5 sebesar 0,7767 U/mL.

Menurut penelitian Yuniarti *et al.* (2010), Enzim kolagenase telah dapat dimurnikan dari usus ikan bandeng (*Chanos chanos*), menggunakan ekstraksi, pengendapan menggunakan ammonium sulfat, kromatografi pertukaran ion menggunakan DEAE Sephadex A-50 dan gel filtrasi menggunakan kolom Sephadex G 100. Hasil penelitian menunjukkan kelipatan pemurnian sebesar 114,731 kali dari ekstrak kasarnya. Berat molekul kolagenase jenis serin ini adalah 14,63 kDa dan 27,46 kDa.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengekstrak dan memurnikan enzim kolagenase menggunakan amonium sulfat dan melakukan karakterisasi kolagenase dari saluran pencernaan ikan gabus (*Channa striata*) terhadap pengaruh suhu.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi mengenai sifat dan karakterisasinya enzim kolagenase ikan gabus (*Channa striata*) serta memanfaatkan saluran pencernaan ikan gabus (*Channa striata*) sebagai alternatif sumber kolagenase.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari. 2010. *Pemanfaatan Kitosan Dari Cangkang Udang Sebagai Matriks Penyangga Pada Imobilisasi Enzim Protease* [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor
- Aoki, H., Ahsan, M.N, Matsuo, K., Hagiwara, T., Watanabe, S., 2003. Purification and characterization of collagenolytic proteases from the hepatopancreas of northern shrimp (*Pandalus eous*). *J Agric Food Chem*, 51(3):777-83.
- Arfah, R.A., 2016. *Isolasi, Pemurnian dan Karakterisasi Enzim α -Amilase dari Bakteri Termofil Sumber Air Panas Lejja Sulawesi Selatan dan Aplikasi dalam Hidrolisis Pati Sagu menjadi Maltodekstrin*, Disertai tidak diterbitkan, Ilmu Kimia, Sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Baumann, L., Saghari, S., 2009. *Basic Science of The Dermis*. Dalam L. S. Baumann, *Cosmetic Dermatology*. Second edition. New York: Mc Graw Hill.
- Beynon, R.J., dan Bond, J.S., 2001. *Proteolysis Enzymes: a Practical Approach*. New York: Oxford University Press.
- Bjarnason, J.B., 2001. *Biotechnological Applications of Fish Offal in Iceland. Island*: Science Institute, University of Iceland.
- Byun, H.G., Park, J.P., Sung, N.I., Kim, S.K., 2002. Purification and characterization of a serine proteinase from the tuna pyloric caeca. *J Food Biochem*, 26(2): 479- 494.
- Daboor, S.M., Budge, S.M., Ghal, A.E., Brook, S.L., Dave D., 2010. Extraction and purification of collagenase enzyme: a critical review. *Am J Biochem Biotecnol*, 6(4): 239-263.

- Faizah, M., 2017. Pengaruh Suhu dan pH Terhadap Aktivitas Enzim Protease *Bacillus subtilis* dari Daun Kenikir (*Cosmos sulphureus*) yang ditumbuk dalam Media Campuran Limbah Cair Tahu dan Dedak [Skripsi]. Universitas Islam Negri Maulana Malik Ibrahim
- Fan, J., Zhuang, Y, Li.B., 2013. Effect of collagen and collagen hydrolysate from jellyfish umbrella on histological and immunity changes of mice photoaging. *J. Nutrients*, 21(5): 223-233.
- Frendikurniawan, 2018. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus *Channa Striata* Habitat Dan Penyebaran Ikan Gabus (Online).<https://mitalom.com/budidaya-perikanan/3174/> (Diakses tanggal 7 April 2022).
- Fujaya, Y., 2004. *Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan dan Teknik Perikanan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Golunski, S., Silva, M.F., Marques, C.T., Rosseto, V., Kaizer, R.R., Mossi, A. J., Rigo, D., Dallago, R.M., Luccio, M.D., and Treichel, H., 2017. Purification of inulinases by changing the ionic strength of the medium and precipitation with alcohols. *J. Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 89(1): 57-63.
- Grogan, G., 2009. *Practical Biotransformation. Postgraduates Chemistry Series*. Chichester: John Willey & Sons Ltd.
- Hames, B.D., dan Hooper, N.M., 2000. *Biochemistry: The Instant Notes. 2nd editioin*. Hongkong: Spinger-Verlag.
- Harper, H., Rodwell, V.M., dan Pail, A., Mayes., 1979. *Biokimia*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Harris, E.L.V., Angal, S., 1989. *Protein purification methods a practical approach*. New York: IRLPress.
- Hultmann, L., dan Rustad, T., 2004. Iced Storage of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Effects on Endogeneous Enzymes and Their Impact on Muscle Proteins and Texture. *J. Food Chemistry*, 87(6): 31-41.

- Iswendi. 2010. Penentuan aktivitas amylase dari umbi bengkuang (*Pachyrrizus arosus L. Urb*) Hasil Ekstraksi Dengan Etanol dan Ammonium Sulfat. *Jurnal saintek*, 2(2): 94-98.
- Kim, S.K., Park, P.J., Kim, J.B., Shahidi, F., 2002. Purification and characterization of the collagenase from the tissue of filefish. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 35(2): 165-171.
- Kim, S.K., Mendis, E., Shahidi, F., 2008. Marine Fisheries By-Products as Potencial Nutraceuticals: Overview. Di dalam Shahidi F, editor. *Marine Nutraceuticals and Funcional Food*. Boca Raton: CRC Press.
- Kumaila, R., Tati, N., Rosita, A.J., 2008. Ekstraksi dan Karakterisasi Enzim Kolagenase dari Organ Dalam Ikan Tuna (*Thunnus sp*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 2(3): 409-415.
- Lehninger, A.L., 1982. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: Erlangga.
- Lestari, A., Nisa, K., 2018. Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Multiple Intelligence Pada Materi Enzim Siswa SMA. *Edubiotik : Jurnal Pendidikan, Biologi Dan Terapan*, 3(2): 48-57.
- Maimets, M., Bron, R., deHaan, G., van, O.R., Coppes, R.P., 2015. Similar ex vivo expansion and post-irradiation regenerative potential of juvenile and aged salivary gland stem cells. *Radiotherapy & Oncology*, 116(3): 443-448.
- Martin, B. H.U., Bergmeyer, J., Grabl, M., 1983. *Methods of Enzymatic Analysis*. *Jurnal Weinheim: Verlag Chemie*.
- Moore, S., dan Stein, W., 1954. A Modified Ninhydrin Reagent For The Photometric Determination Of Amino Acids And Related Compounds. *J. Biol Chem*, 211(8): 9007-913.
- Nagase, H., Salvesen, G.S., 2001. *Finding, purification and characterization of natural protease inhibitor*. Dalam Beynon, R., Bond, J.S., editor. *Proteolytic Enzymes : A Practical Approach*. Ed ke-2. New York: Oxford university.

- Nagano, H, dan Kairon, K.A., 1999. Purification of collagenase and specificity of its related enzyme from *Bacillus subtilis*. *Bioschi, Biotechnol, Biochem*, 63(2): 181-183.
- Nelson, D.L., and Cox, M.M., 2000. *Lehninger Principles of Biochemistry*. Th Edition. Worth Publishers.
- Nurhayati, T., Salamah, E., Irfan, M., dan Nugraha, R., 2010. Aktivitas Enzim Katepsin dan Kolagenase Pada Kulit Ikan Bandeng (*Chanos chanos*, Forskal) Selama Periode Kemunduran Mutu. *Jurnal sumberdaya perairan Akuatik*, 4(1): 30-34.
- Nurhayati, T., Rusyadi, S., Suwandi, R., and Nugraha, R., 2013. Purification and characterization of acathepsin inhibitor from catfish (*Pangasius sp.*) of Indonesian water. *J. IFRJ*, 20(2): 941-946.
- Park, P.J., Lee, S.H., Byun, H.G., Kim, S.H., Kim, S.K., 2002. Purification and characterization of a collagenase from the Mackerel, *Scomber japonicus*. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 35(6): 576-582.
- Peak, T.C., Mitchell, G.C., Yafi, F.A., Hellstrom, W. J., 2015. Role of collagenase *Clostridium histolyticum* in Peyronie's disease. *Biologics*, 9(5): 107-116.
- Palmer, T., 1991. *Understanding Enzymes*. Ellis Hormood Limited. England: West Sussex.
- Pelezar dan Chan, 1988. Nano-structural analysis of fish collagen extracts for new process development. *African Journal of Biotechnology*, 10(81): 18847-18854.
- Prihardhani, D.I., Yunianta, Y. 2016. Ekstraksi Gelatin Kulit Ikan Lencam (*Lentrius Sp*) dan Aplikasinya untuk Produk Permen Jeli. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(1): 356-366.
- Rahman, M.R., 2020. Langkah KKP Kembangkan Industri Budidaya Ikan Gabus Sebagai Komoditas Unggulan Berbasis Lokal. <https://kkp.go.id/artikel/23431-langkah-kkp-kembangkan-industri-budidaya-ikan-gabus-sebagai-komoditas-unggulan-berbasis-lokalkan>. Diakses pada tanggal 27 Maret 2022.

- Rilley, K.M., dan Herman, I.M., 2005. Collagenase Promotes the Cellular Responses to Injury and Wound Healing In Vivo. *J. Burns and Wc* 4(1): 112-124.
- Rifni, N., dan Hermiza, M., 2020. Pembuatan Bakso Ikan Gabus Dengan Pemanfaatan Tepung Sagu Yang Merupakan Potensi Lokal Sumber Daya Alam Kabupaten Indragiri Hilir. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(2): 178-190.
- Rizka, M., 2019. *Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Jeroan Ikan Gabus (Channa Striata) yang Dibuat dengan Protease Bacillus Careus Strain Vbe1616s* [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya.
- Rosenberg, I.M., 1996. *Protein Analysis and Purification*. Boston: Benchtopy technique.
- Sebayang, F., 2005. Isolasi Dan Pengujian Aktivitas Enzim α -Amylase Dari *Aspergillus niger* Menggunakan Media Campuran Onggok Dan Dedak. *Jurnal Komunikasi Penelitian*, 17(5): 164-168.
- Simpson, B.K., 2000. Digestives Proteinases from Marine Animals. In: Haard, N.F. dan Simpson, B.K. (Eds.). *Seafood Enzymes Utilization and Influence on Postharvest Seafood Quality*. New York: Marcel Dekker.
- Suhartono, M.T., 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. Bogor : PAU Bioteknologi.
- Tuohetahuntala, M., Spee, B., Kruitwagen, H. S., Wubbolts, R., Brouwers, J. F., van de Lest, C. H., 2015. Role of long-chain acyl-CoA synthetase 4 in formation of polyunsaturated lipid species in hepatic stellate cells. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1851(2): 220-230.
- Volk, W.A., and M, F. W., 1988. *Mikrobiologi Dasar*. Jilid 1. S Adisoemarto (Ed.). Erlangga, Jakarta. Terjemahan dari *Basic Microbiology* 5d.
- Ward. 1996. *Isolasi Dan Pencirian Enzim Protease Keratinolitik dari Usus Biawak Air* [Tesis]. Jurusan Kimia FMIPA. IPB. Bogor.
- Wijaya, R., 2005. *Karakteristik Enzim serupa Tripsin dari Cacing Tanah*. [Tesis]. Bogor : Sekolah Pascasarjana, IPB.

- Wikky, A.P., Rahman, K., dan Andarini, D., 2021. Aktivitas Ekstrak Kasar Enzim Kolagenase Dari Organ Dalam Ikan Malong (*Congresox Talabon*) Pada Ph Berbeda. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 13(1): 59-65.
- Yoga. P., E. S., Suharti. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Kasein dari Susu Sapi Segar dengan Metode Pengendapan pada pI dan Pemanfaatannya sebagai Substrat Enzim Protease. *Jurnal Biota*, 41(6): 95-103.
- Yuniarti. T., Tati, N., dan Agoes, M.J., 2009. Ekstraksi dan Karakteristik Kolagenase Dari Organ Dalam Bandeng (*Channos forskal*). *Jurnal pengolahan produk dari bioteknologi kelautan dan perikanan*, 17(5): 147-168.
- Yuniarti. T., Tati, N., dan Agoes, M.J., 2010. Purifikasi Kolagenase dari Usus Bandeng (*Channos channos*, Forskal) Collagenase Purification of Intestines of Milkfish (*Chanos chanos*, Forskal). *Jurnal Biota*, 15(3): 379-384.