

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK KOLAGENASE DARI BAKTERI
SALURAN PENCERNAAN IKAN GABUS (*Channa striata*)**

***CHARACTERISTICS OF COLLAGENASE FROM DIGESTIVE
TRACT BACTERIA OF SNAKE HEAD FISH (*Channa striata*)***



Muhammad Rizal Ardiansyah

05061281924039

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

2023

SUMMARY

MUHAMMAD RIZAL ARDIANSYAH, *Characteristic of collagenase Enzymes From Digestive Tract Bacteria of Snake Head Fish (Channa striata) (Supervised by ACE BAEHAKI).*

This study aims to determine the value of collagenase enzyme activity from the digestive tract bacteria of snakehead fish (Channa striata) by partially purifying the collagenase enzyme using ammonium sulfate and characterizing the collagenase enzyme on 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 activity value of the collagenase enzyme of snakehead fish with casein substrate was 1.729 U/ml which was higher than the collagen substrate from the digestive tract bacteria of snakehead fish which was 0.77 U/ml. The results showed that the intestinal bacterial supernatant of snakehead fish as a result of precipitation using ammonium sulfate increased up to a concentration of 60% and decreased at a concentration of 70-80%. The optimum concentration for the deposition of the collagenase enzyme supernatant from bacteria of 50% snakehead fish was 0.074 U/ml. The optimum environmental condition for collagenase enzyme activity is at 60°C with an enzyme activity of 0.36 U/ml, but the collagenase enzyme still has enzyme activity up to a temperature of 70°C.

Keywords: collagenase enzymes, enzyme activity, snakehead fish digestive tract bacteria

RINGKASAN

MUHAMMAD RIZAL ARDIANSYAH, Karakteristik Enzim Kolagenase dari Bakteri Saluran Pencernaan Ikan Gabus (*Channa striata*) (Dibimbing oleh **ACE BAEHAKI**)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai aktivitas enzim kolagenase dari bakteri 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 kolagenase 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 bakteri saluran pencernaan ikan gabus 0.77 U/ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Supernatan bakteri usus ikan gabus hasil pengendapan menggunakan amonium sulfat mengalami kenaikan sampai dengan konsentrasi 60% dan mengalami penurunan pada konsentrasi 70 – 80 %, Aktivitas optimum endapan kolagenase bakteri saluran pencernaan ikan gabus pada konsentrasi 60% sebesar 0.022 U/ ml dan konsentrasi optimum untuk pengendapan supernatan enzim kolagenase dari bakteri usus ikan gabus 50% sebesar 0,074 U/ml . Kondisi optimum lingkungan untuk aktivitas enzim kolagenase pada suhu 60°C dengan aktivitas enzim sebesar 0,36 U/ml akan tetapi enzim kolagenase masih mempunyai aktivitas enzim sampai suhu 70°C .

Kata Kunci : Enzim Kolagenase, Aktivitas Enzim, Bakteri Saluran Pencernaan Ikan Gabus

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK KOLAGENASE DARI BAKTERI
SALURAN PENCERNAAN IKAN GABUS (*Channa striata*)**

***CHARACTERISTICS OF COLLAGENASE FROM DIGESTIVE
TRACT BACTERIA OF SNAKE HEAD FISH (*Channa striata*)***

Diajukan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar
sarjana Perikanan pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya



**Muhammad Rizal Ardiansyah
05061281924039**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**KARAKTERISTIK KOLAGENASE DARI BAKTERI
SALURAN PENCERNAAN IKAN GABUS (*Channa striata*)**

SKRIPSI

Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Muhammad Rizal Ardiansyah
05061281924039

Indralaya, September 2023

Pembimbing

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

NIP. 197606092001121001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.

NIP.196412291990011001

Skripsi dengan judul “Karakteristik Kolagenase dari Bakteri Saluran Pencernaan Ikan Gabus (*Channa striata*)” oleh Muhammad Rizal Ardiansyah telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 September 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

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

Ketua (.....)

2. Dr. Agus Supriadi, S.Pt., M.Si
NIP. 197705102008011018

Anggota (.....)

3. Dwi Inda Sari, S.Pi., M.Si
NIP. 198809142015105201

Anggota (.....)

Ketua Jurusan Perikanan

Indralaya, September 2023
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 : Muhammad Rizal Ardiansyah

NIM : 05061281924039

Judul : Karakteristik Kolagenase Dari Bakteri Saluran Pencernaan Ikan Gabus
(*Channa striata*)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini merupakan hasil dari penelitian saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang telah disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun



Indralaya, 14 September 2023

Yang membuat pernyataan



Muhammad Rizal Ardiansyah

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Palembang pada tanggal 26 Maret 2001. Kedua orang tua penulis bernama Bapak Sunardi dan Ibu Harminingsih. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Pendidikan penulis bermula di Sekolah Dasar di SD Xaverius 3 Palembang dan diselesaikan pada tahun 2011. Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP Xaverius 3 Palembang dan selesai pada tahun 2016, serta Sekolah Menengah Atas Jurusan IPA di SMA Xaverius 3 Palembang yang selesai pada tahun 2019. Sejak tahun 2019 penulis tercatat sebagai mahasiswa aktif Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis pernah mengikuti program Pertukaran Mahasiswa di Universitas Gorontalo, Sulawesi Utara. Penulis telah menjadi asisten dosen mata kuliah Praktikum Pertanian Lahan Basah (2021 - 2022), mata kuliah Praktikum Mutu Hasil Perikanan (2022 - 2023), Penulis turut aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan (HIMASILKAN) sebagai anggota Departemen INFOKOM (2019 - 2020), mengikuti organisasi BEM FP UNSRI menjadi staff muda Dinas KOMINFO Kabinet Karya Muda periode 2020/2021, selanjutnya menjadi staff Kreativitas Mahasiswa (KREMA) Kabinet Pertanian Serasi periode 2021/2022. Pada tahun 2022 penulis melakukan kegiatan magang di PT Siger Jaya Abadi Lampung Selatan yang bergerak di bidang ekspor Rajungan. Pada tahun 2022 penulis melakukan Praktek Lapangan di PT. Agung Jayasari Sakti, Indralaya, yang bergerak dibidang ekspor paha kodok beku.

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 Bakteri 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 Puspa Ayu Pitayati 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 Sunardi dan Ibu Harminingsih 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 Bayu Putra Wicaksono dan saudari perempuan saya Anisya Putri Nardi 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;
11. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan angkatan-19 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 pihakpihak yang berkepentingan

Indralaya, 14 September 2023



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
SUMMARY	ii
RINGKASAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kerangka Pemikiran.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus	4
2.2. Kolagenase	5
2.3. Saluran Pencernaan Ikan Gabus	6
2.4. Kolagenase pada Ikan	7
2.5. Pemurnian Enzim	8
2.6. Suhu Optimal	9
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	13

3.5.2. Pengendapan Enzim Kolagenase Secara Parsial Dengan Amonium Sulfat	14
3.5.3. Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Enzim Kolagenase	14
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1. Spesifitas Enzim terhadap Substrat	15
4.2. Pengendapan Enzim Kolagenase Secara Parsial 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	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ikan Gabus (<i>Channa Striata</i>)	3
Gambar 4.2. Grafik Hasil Pengendapan Enzim Kolagenase Secara Parsial Dengan Amonium Sulfat	16
Gambar 4.3. Grafik Hasil Aktivitas Enzim Kolagenase Bakteri Usus Ikan Gabus terhadap pengaruh Suhu	19

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Nilai Aktivitas Berdasarkan Jenis Substrat.....	16

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Aktivitas Enzim Kolagenase dari Bakteri Saluran Pencernaan Ikan Gabus Berdasarkan Jenis Substrat	25
Lampiran 2. Perhitungan Aktivitas Enzim Kolagease dari Bakteri Saluran Pencernaan Ikan Gabus dengan Pengendapan Enzim Kolagenase Secara Parsial Dengan Amonium Sulfat.....	26
Lampiran 3. Perhitungan Aktivitas Enzim Kolagenase dari Bakteri Saluran Pencernaan Ikan Gabus Terhadap Pengaruh Suhu	28
Lampiran 4. Dokumentasi Selama Penelitian	30

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan sebagai jenis bahan pangan memiliki kecenderungan untuk mengalami kerusakan karena sifatnya yang sangat mudah rusak. Kerusakan pada ikan dapat terjadi dalam beberapa aspek, termasuk kerusakan fisik, biokimia, dan mikrobiologi. Proses kerusakan ini sering terjadi mulai dari *fase rigor mortis* hingga *fase post rigor mortis*, yang mengakibatkan penurunan kualitas daging ikan. Penyebab utama kerusakan ini berasal dari kegiatan enzim proteolisis yang menguraikan protein menjadi molekul yang lebih sederhana melalui proses autolisis. Enzim-enzim proteolisis, seperti kolagenase, katepsin, dan kalpain, memainkan peran krusial dalam mempercepat penurunan mutu daging ikan. Sebagai contoh, aktivitas kolagenase dapat menyebabkan pemisahan jaringan ikat dalam daging ikan, yang pada akhirnya merusak tekstur daging (Hultman, 2003).

Dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat, pemanfaatan sumber daya ikan dapat dimulai dengan menggunakan bagian-bagian yang sering dianggap limbah atau tidak termanfaatkan. Salah satu contohnya adalah ikan gabus (*Channa striata*), yang bukan hanya merupakan sumber protein tetapi juga mengandung enzim protease dan enzim kolagenase. Kolagenase memiliki kemampuan untuk mengurai protein yang terdapat dalam daging ikan gabus, dengan fokus utama pada pemecahan ikatan polipeptida pada jaringan ikan dan kolagen pada ikan. Perlu diperhatikan bahwa ekstrak kasar kolagenase yang berasal dari usus ikan gabus memiliki tingkat aktivitas kolagenase yang lebih tinggi daripada ekstrak organ dalam lainnya (Yuniarti *et al.*, 2010).

Kolagenase, sebagai salah satu hasil bioteknologi, memiliki sejumlah aplikasi yang luas di berbagai sektor. Menurut Nurhayati (2010), Kolagenase, sebagai enzim yang ditemukan dalam banyak aplikasi industri, sektor obat-obatan, dan kegiatan riset, memberikan sejumlah manfaat yang penting, terutama dalam bidang medis, eksperimen biologi molekuler, dan industri makanan. Dalam konteks medis, enzim kolagenase digunakan untuk mengatasi peradangan jaringan, Enzim kolagenase memiliki peran penting dalam mendukung

transplantasi klinis, memengaruhi fungsi seluler dalam pembekuan darah, mendukung proses fibrinolisis dan fertilisasi, serta mempercepat proses penyembuhan luka.

1.2. Kerangka Pemikiran

Pemrosesan ikan gabus, baik di tingkat rumah tangga maupun industri, terus menghadapi tantangan dalam penanganan limbah yang dapat menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Pengolahan ikan dalam industri seringkali menghasilkan limbah karena biasanya hanya bagian daging yang diambil, sementara bagian lain seperti kepala, jeroan (isi perut), duri, dan kulit sering diabaikan dan dibuang. Limbah ikan mengacu pada bagian-bagian yang tidak dimanfaatkan dari proses pengolahan. Di Sumatera Selatan, sebagian limbah seperti kepala dan kulit ikan sering dimanfaatkan untuk pembuatan produk makanan. Meskipun demikian, bagian yang tetap menjadi limbah adalah tulang dan jeroan. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ikan dapat menimbulkan pencemaran bau yang kuat karena proses dekomposisi protein ikan. Harahap *et al.* (2013) menyatakan bahwa bau busuk pada limbah ikan disebabkan oleh proses penguraian protein, baik melalui autolisis maupun oleh bakteri, yang menghasilkan senyawa berbau busuk seperti H₂S, amonia, dan lainnya.

Menurut Aditya (2021), hasil rendemen dari ekstrak kasar enzim kolagenase menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam setiap perlakuan pH yang diterapkan (6,5; 7,5; 8,5). Rendemen tertinggi tercatat pada perlakuan dengan pH 8,5, mencapai persentase sebesar 83,15%. Aditya mengidentifikasi organ dalam ikan malong (*Congresox talabon*) sebagai sumber potensial untuk bahan baku enzim kolagenase. Aktivitas ekstrak kasar enzim kolagenase yang dihasilkan pada pH 8,5 mencapai 0,7767 U/mL. Penelitian ini dimaksudkan untuk menguji karakteristik kolagenase yang berasal dari bakteri saluran pencernaan ikan gabus.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis karakteristik kolagenase dari bakteri saluran pencernaan ikan gabus.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk mendapatkan informasi mengetahui dan menganalisis karakteristik kolagenase dari bakteri saluran pencernaan ikan gabus dan memanfaatkan limbah ikan gabus.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari. 2010. *Pemanfaatan Kitosan Dari Cangkang Udang Sebagai Matriks Penyangga Pada Imobilisasi Enzim Protease* [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor
- 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.
- Beynon, R.J., dan Bond, J.S., 2001. *Proteolisis Enzymes: a Practical Approach*. New York: Oxford University Press
- Bjarnason JB. 2001. *Biotechnological Applications of Fish Offal in Iceland*. Island: Science Institute, University of Iceland.
- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye-binding. *Anal Biochem* 72:234-254.
- Choi NS, Yoon KS, Lee JY, Han KY, Kim SH. 2001, Comparison of three substrates (casein, fibrin, and gelatin) in zymographic gel. *J Biochem Mol Biol* 34:531-536.
- Daboor SM, Budge SM, Ghaly AE, Brook SL, Dave D. 2010. Extraction and purification of collagenase enzyme: a critical review. *Am J Biochem Biotechnol* 6: 239-263.
- Diaz, A.O., A.M. Garcia, D.E. Figuero, and A.L. Goldemberg. 2008. The mucosa of the digestive tract in *Micropogonias furnieri*: a light and electron microscope approach. *Anat. Histol. Embryol.* 37(4):251-256.
- 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 Wiley & Sons Ltd
- Harahap FM, Thamrin, Bahri S. 2013. *Pengolahan Limbah Ikan Patin Menjadi Biodiesel.* Pekanbaru: Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau.
- 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: 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.
- Laemmli UK. 1970. Cleavage of structural protein during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227:680-685.
- Lee YG, Kim JY, Lee KW, Kim KH, Lee HJ. 2003. Peptides from anchovy sauce induce apoptosis in human lymphoma cell (U937) through the increase of caspase-3 and -8 activities. *Ann NY Acad Sci* 1010:399-404
- Martin Bergmeyer HU, Bergmeyer J, Graßl M. 1983. *Vol 2. Weinheim: Verlag Chemie. Methods of Enzymatic Analysis.*
- Nazlic, M., A. Paladin, and I. Bocina. 2014. Histology of the digestive system of the black scorpionfish *Scorpaena porcus* L. *Acta Adriatica.* 55(1):65-74.
- Nurhayati, T. 2010. Aktivitas Enzim Katepsin dan Kolagenase pada Kulit Ikan Bandeng (*Chanos chanos, Forskal*) Selama Periode Kemunduran Mutu. *Akuatik-Jurnal Sumberdaya Perairan* 4(2): 13-17.
- Palmer, T., 1991. *Understanding Enzymes.* Ellis Horwood Limited. England: West Sussex
- Petrinec, Z., S. Nejedli, and S. Kuzir. 2005. Mucosubstances of the digestive tract mucosa in northern pike (*Esox lucius* L.) and european catfish (*Silurus glanis* L.). *Veterinarski Arhiv.* 75(4):317-327.
- Purushothaman, K., D. Lau, J.M. Saju, S. Musthaq, D.P. Lunny, S. Vij, and L. Orban. 2016. Morpho-histological characterisation of the alimentary canal of an important foodfish, Asian seabass (*Lates calcarifer*). *Peer J.* 2377:1-20.

- 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 meilisa, 2019. Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Jeroan Ikan Gabus (*Channa Striata*) yang Dibuat dengan Protease *Bacillus Careus* Strain Vbe1616s. skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- 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. Inc.
- Suhartono, M.T., 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. Bogor : PAU Bioteknologi
- Ward. 1996. *Isolasi Dan Pencirian Enzim Protease Keratinolitik dari Usus Biawak Air* [Tesis]. Jurusan Kimia FMIPA. IPB. Bogor.
- Yuniarti, T., Nurhayati, T. dan Jacob, A.M. 2010. Ekstraksi dan Karakterisasi Kolagenase dari Organ dalam Bandeng (*Chanos chanos*, Forskal). *Prosiding Seminar BRKP*.