

SKRIPSI

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN HIDROLISAT PROTEIN
JEROAN IKAN GABUS (*Channa striata*) YANG DIBUAT
DENGAN PROTEASE *Bacillus careus strain VBE1616S***

**ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF SNAKEHEAD FISH (*Channa
striata*) VISCERAL ORGANS HYDROLISATE PRODUCED
USING PROTEASE FROM *Bacillus careus strain VBE1616S***



**Rizka Meilisa
05061181419003**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

SKRIPSI

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN HIDROLISAT PROTEIN JEROAN IKAN GABUS (*Channa striata*) YANG DIBUAT DENGAN PROTEASE *Bacillus careus strain VBE1616S*

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



**Rizka Meilisa
05061181419003**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN HIDROLISAT PROTEIN JEROAN IKAN GABUS (*Channa striata*) YANG DIBUAT DENGAN PROTEASE *Bacillus cereus strain VBE1616S*

SKRIPSI

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

Oleh:

Rizka Meilisa
05061181419003

Indralaya, Januari 2019
Pembimbing II

Pembimbing I


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


Shanti Dwita Lestari, S.Pi., M.Sc
NIP 198310252008122004

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian


Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizka Meilisa

NIM : 05061181419003

Judul : Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Jeroan Ikan Gabus (*Channa striata*) Yang Dibuat Dengan Protease *Bacillus cereus* Strain VBE1616S

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah 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, Januari 2019



[Rizka Meilisa]

Skripsi dengan Judul "Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Jeroan Ikan Gabus (*Channa striata*) Yang Dibuat Dengan Protease *Bacillus cereus* Strain VBE1616S telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Januari 2019 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Dr. Ace Bachaki, S.Pi., M.Si.
NIP 197606092001121001

Ketua f

2. Shanti Dwita Lestari, S.Pi., M.Sc
NIP 198310252008122004

Sekretaris A. Taqwa

3. Dr. Rinto, S.Pi., M.P
NIP 197606012001121001

Anggota Rint

4. Dwi Inda Sari, S.Pi., M.Si
NIPUS 1988091422015105201

Anggota Dewi

Ketua Jurusan
Perikanan

Herpandi, S.Pi., M.Si., Ph.D
NIP 197404212001121002

Indralaya, 14 Januari 2019
Koordinator Program Studi
Teknologi Hasil Perikanan

Dr. Rinto, S.Pi., M.P
NIP. 197606012001121001

SUMMARY

RIZKA MEILISA, Antioxidant Activities Of Snakehead Fish (*Channa striata*) Visceral Organs Hydrolisate Produced Using Protease From *Bacillus cereus* Strain VBE1616S (supervised by **ACE BAEHAKI** and **SHANTI DWITA LESTARI**)

This research is proposed to utilize the waste of fish snakehead (*channa striata*) visceral waste to become protein hydrolyzate which have antioxidant activity. This research was held from January to August 2018. This study used laboratory experiment methods and descriptive data analysis. The treatment used was the concentration of protease enzymes by 10%, 20%, 30% and 40% and 6 hours hydrolysis time. The results showed that the protein hydrolyzate of fish visceral organs had a value of hydrolysis degree which increased with increasing concentration of the enzyme given, from 18.9% to 70.3%. Peptide levels have values from 22.68% to 32.76% and also increase. protein levels have increased up to 30% enzyme concentration, decreasing at 40% enzyme concentration. Antioxidant activity also increased at 30% enzyme concentration and decreased to 40% enzyme concentration. The highest protein content was 43,623 mg / mL, the highest peptide level was 32.76 and the percentage of antioxidant inhibition had the highest value of 66.06%.

Keywords : antioxidant, visceral waste, snakehead protein hydrolyzate

RINGKASAN

RIZKA MEILISA, Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Jeroan Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Dibuat Dengan Protease *Bacillus careus Strain VBE1616S*. (Dibimbing oleh **ACE BAEHAKI** Dan **SHANTI DWITA LESTARI**).

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatan limbah jeroan ikan gabus *Channa striata* menjadi hidrolisat protein yang memiliki aktivitas antioksidan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Agustus 2018. Metode penelitian ini menggunakan metode percobaan laboratorium dan analisa data secara deskriptif. Perlakuan yang digunakan adalah konsentrasi enzim protease sebesar 10 %, 20 %, 30% dan 40% dengan waktu hidrolisis selama 6 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 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 %. Serta kadar peptida dari 22,68 % sampai 32,76 %. kadar protein mengalami peningkatan sampai dengan konsentrasi enzim 30%, namun mengalami penurunan pada konsentrasi enzim 40 %. Aktivitas antioksidan juga mengalami peningkatan hingga konsentrasi enzim 30% dan menurun pada konsentrasi enzim ke 40 %. Kadar protein tertinggi yaitu sebesar 43,623 mg/mL, kadar peptida tertinggi yaitu sebesar 32,76 dan persen inhibisi antioksidan memiliki nilai tertinggi yaitu sebesar 66,06 %.

Kata kunci : antioksidan, Jeroan ikan, hidrolisat protein gabus

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kayu Agung Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan, pada tanggal 6 Mei 1996 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak M.Yusuf Iskak dengan Ibu Leni Rismalinda. Penulis tinggal bersama kedua orang tuanya di Perumahan BTN ABRI No. 07 RT. 07 kelurahan Kedaton kecamatan Kayu Agung.

Penulis mengawali masa pendidikannya pada tahun 2001 di TK Pembina Ogan Komering Ilir, kemudian dilanjutkan ke Sekolah Dasar Negeri 14 Kayu Agung Ogan Komering Ilir (2002-2008), Pendidikan sekolah dasar diselesaikan selama 6 tahun. Pada tahun 2011 penulis menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 06 Kayu Agung Ogan Komering Ilir dan pada tahun 2014 penulis menyelesaikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 01 Kayu Agung Ogan Komering Ilir. Pada Tahun 2014 penulis selesai sekolah dan melanjutkan kuliah di Universitas Sriwijaya fakultas pertanian program studi Teknologi Hasil Perikanan tahun angkatan 2014 melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Selama Kuliah di Teknologi Hasil Perikanan penulis telah melaksanakan Praktek Lapangan di Perusahaan Perikanan Lestari Magris yang berlokasi di pulau kemarau. Penulis juga telah melaksanakan magang di UPTD LPPMHP Palembang. Penulis aktif dalam Organisasi Himpunan Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan (HIMASILKAN) pada Departemen Minat dan Bakat periode kepengurusan 2015-2016 dan pada periode kepengurusan 2016-2017.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin. Skripsi ini berjudul “Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Jeroan Ikan Gabus (*Channa striata*) Yang Dibuat Dengan Protease *Bacillus cereus Strain VBE1616S*” disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini terutama kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Bapak Herpandi, S.Pi., M.Si., Ph.D selaku Ketua Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dan Bapak Dr. Rinto S.Pi., M.P selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Herpandi, S.Pi., M.Si., Ph.D selaku dosen pembimbing akademik. Terimakasih untuk bimbingan serta nasihat selama penulis aktif berkuliah di Universitas Sriwijaya
3. Bapak Ace Baehaki, S.Pi., M.Si dan Ibu Shanti Dwita Lestari., S.Pi., M.Sc., selaku dosen pembimbing. Terimakasih atas bimbingan dalam memberikan arahan, kesabarannya dalam memotivasi dan membantu penulis sebelum memulai penelitian hingga saat penyelesaian skripsi.
4. Bapak Dr. Rinto S.Pi., M.P. dan Ibu Dwi Inda Sari S.Pi., M.Si selaku dosen penguji dalam sidang skripsi.
5. Ibu Indah Widiastuti S.Pi., M.Si., Ph.D., Ibu Dr. Sherly Ridhowati Nata Imam, S.TP., M.Sc., Ibu Wulandari, S.Pi., M.Si., Ibu Rodiana Nopianti, S.Pi., M.Sc., Ibu Susi Lestari S.Pi., M.Si, Bapak Budi Purwanto., S.Pi, Ibu Yulia Oktavia S.Pi., M.Si., Bapak Sabri Sudirman S.Pi., M.Si., Bapak Agus Supriadi S.Pt., M.Si, Ibu Siti Hanggita RJ, S.TP., atas ilmu, nasihat dan ilmu yang diberikan selama ini. Mbak Ana dan Mbak Naomi atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis.

6. Kedua orang tuaku, Bapak Muhammad Yusuf Iskak dan Ibu Leni Rismalinda serta Abang Eddy, Ayukku Eka Yusmeilinda dan adik Muhammad Ilhamsyah atas semua dukungan serta segala bentuk kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis.
7. Sahabat Cynthia Aprita Sari, Triana, Tika Agustin, Mira Susanti, Shelly Oktavia, Putri Kusuma Wardani, Nanda Anggiani Putri dan Rinda Marinda Atas support, bantuan, motivasi kepada penulis.
8. Teman yang selalu membantu Rangga Kudamba, Adlan Hawari, Imam Mahdi, Akbar, Heri S, Apriyanto serta Mbak Putri Lestari dan Mbak Wiji Rahayu atas segala bentuk arahan, bantuan, dukungan kepada penulis selama skripsi.
9. Teman-teman seangkatan THI 2014 yang tidak bisa disebutkan satu persatu dan saling memotivasi, belajar, bertukar fikiran dan saling mendoakan. Terimakasih juga atas segala bantuan kepada penulis.

Indralaya, Januari 2019

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. Kegunaan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Limbah Perikanan	4
2.2. Hidrolisat protein ikan	5
2.3. Enzim Protease	5
2.4. Peptida Bioaktif	6
2.5. Antioksidan	7
2.6. Bakteri <i>Bacillus cereus</i>	8
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	10
3.1. Tempat dan Waktu	10
3.2. Alat dan Bahan	10
3.3. Metode Penelitian	10
3.4. Cara Kerja	11
3.4.1. Produksi Enzim Protease Dari Isolat TP2	11
3.4.2. Pembuatan Hidrolisat Protein Jeroan Ikan	11
3.4.3. Kadar Nitrogen	12
3.4.4. Kadar Protein	12
3.4.5. Derajat Hidrolisis	14
3.4.6. Kadar Peptida	15
3.4.7. Analisis Aktivitas Antioksidan	15

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Derajat Hidrolisis	17
4.2. Kadar Peptida.....	18
4.3. Kadar Protein	19
4.4. Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	21
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	24
5.1. Kesimpulan	24
5.2. Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1. Nilai Derajat Hidroliisis	17
Gambar 4.2. Nilai Kadar Peptida	18
Gambar 4.3 Nilai Kadar Protein	20
Gambar 4.4. Nilai Aktivitas Aktioksidan	22

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Konsentrasi Pembuatan larutan standar	13

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Alur Proses Produksi Enzim Protease.....	30
Lampiran 2. Alur Proses Pembuatan Hidrolisat Protein	31
Lampiran 3. Perhitungan Kadar Peptida	32
Lampiran 3. Perhitungan Kadar Protein	33
Lampiran 4. Pembuatan Hidrolisat Protein Jeroan Ikan Gabus	35
Lampiran 5. Proses Regenerasi Bakteri Dan Proses Produksi Enzim Protese.	38
Lampiran 6. Pengujian Kadar Peptida	39
Lampiran 7. Perhitungan aktivitas antioksidan	40
Lampiran 8. Perhitungan Derajat Hidrolisis	42

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumatera Selatan memiliki hasil tangkapan yang berasal dari wilayah sungai dan rawa. Hasil tangkapan yang melimpah didominasi oleh ikan gabus (*Channa striata*). Ikan gabus adalah jenis ikan perairan rawa yang bernilai ekonomis dengan daging yang lunak dan memiliki cita rasa yang khas. Ikan gabus banyak dimanfaatkan pada industri perikanan sebagai bahan baku pembuatan adonan pempek, kerupuk dan kemplang khas Palembang. Bagian ikan yang digunakan untuk pengolahan yaitu hanya daging ikan saja, hal ini menyebabkan bagian ikan seperti sisik, kulit, tulang dan jeroan dianggap limbah perikanan. Limbah ikan tidak termanfaatkan karena dinilai tidak memiliki nilai jual dibandingkan dengan daging ikan dan dianggap masyarakat tidak memiliki nilai gizi serta penanganan yang rumit dalam mengolahnya (Sari, 2014).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah perikanan yaitu dengan memanfaatkan jeroan ikan sebagai bahan baku pembuatan hidrolisat protein. Hidrolisat protein ikan memiliki beberapa kegunaan pada industri pangan maupun farmasi. Pada industri pangan, hidrolisat protein ikan dapat ditambahkan ke dalam formula makanan non-alergenik untuk bayi dan suplemen makanan diet. Hidrolisat protein ikan dapat digunakan secara fungsional sebagai bahan pengemulsi (Pigot, Tucker 1990). Hidrolisat protein juga dapat dimanfaatkan sebagai penambah cita rasa, sumber protein dan asam amino pada bahan pangan (Kristinsson, 2007).

Hidrolisat protein adalah hasil proses penguraian protein menjadi peptida-peptida sederhana maupun asam amino melalui proses hidrolisis. Produk hidrolisis ikan dapat dilakukan secara enzimatis diolah dengan cara mencampur ikan yang telah digiling atau dilumatkan dengan air dan enzim proteolitik. Hidrolisis dapat menggunakan asam, basa kuat atau enzim sehingga akan menghasilkan hidrolisat (Wheaton, 1985). Menurut Kristinsson (2007), menghidrolisis protein menggunakan enzim adalah salah satu cara yang efisien

karena akan menghasilkan hidrolisat protein yang terhindar dari kerusakan asam amino tertentu yaitu triptofan dan glutamin. Salah satu enzim yang digunakan dalam menghidrolisis untuk mendapatkan hidrolisat protein adalah enzim protease.

Enzim protease merupakan biokatalisator untuk reaksi pemecahan protein. Enzim ini akan mengkatalisis reaksi hidrolisis, yaitu reaksi yang melibatkan air pada ikatan spesifik substrat. Protease merupakan salah satu kelompok enzim yang banyak digunakan dalam bidang industri (Guangrong *et al.* 2006). Enzim protease digunakan pada penelitian ini menggunakan isolat TP2 yang berasal dari silase tumbuhan rawa yaitu teratai (*Nymphaea rubra*) yang telah diisolasi dan merupakan penghasil enzim protease yang tinggi yaitu sebesar 1,1244 U/ml. Penelitian Tirtayasa (2017), mengatakan pada waktu optimum produksi protease isolat TP2 memiliki indeks proteolitik tertinggi terjadi pada jam ke 45 yaitu sebesar 0,093 U/ml. Enzim protease digunakan untuk menghidrolisis protein pada jeroan ikan gabus dan selanjutnya hidrolisat yang dihasilkan diuji aktivitas antioksidannya.

1.2. Kerangka Pemikiran

Pengolahan industri perikanan di Sumatera Selatan khususnya wilayah Palembang, terkenal dengan produk berbahan baku daging ikan gabus. Hal ini menghasilkan limbah dengan cukup besar yang tidak termanfaatkan. Salah satu limbah yang tidak termanfaatkan yaitu jeroan ikan.

Hidrolisat protein ikan merupakan produk yang dihasilkan dari penguraian protein ikan menjadi senyawa-senyawa berantai pendek karena adanya proses hidrolisis baik oleh enzim, asam maupun basa (Pigot and Tucker, 1990). Hidrolisis mampu memecah molekul protein menjadi beberapa gugus asam amino maupun peptida melalui pemutusan ikatan rantai peptida (Rehm, 1995). Menurut Purbasari (2008), pembuatan hidrolisat protein dengan menggunakan proses enzimatis berlangsung lebih cepat tanpa kehilangan banyak asam amino esensial, selain itu hidrolisis enzimatis lebih efisien dan murah.

Produk hidrolisat protein mempunyai kelebihan karena kelarutannya tinggi dan kondisinya stabil. Hidrolisat protein menunjukkan potensi sebagai antioksidan

melalui kemampuannya dalam memerangkap radikal bebas (*free radical scavenging*), donor proton dan pengikat ion logam (Samaranayaka dan Li-Chan 2011 *dalam* Baehaki, 2015). Hidrolisat protein ikan memiliki aktivitas antioksidan yang bermanfaat untuk mencegah ketengikan pada makanan (Venugopal, 2006). Menurut Bhaskar *et al.*, (2008) aktivitas antioksidan sangat erat kaitannya dengan ikatan peptida yang terdapat pada protein serta asam amino yang terkandung di dalamnya. Hal ini mengacu pada hasil penelitian produk hidrolisat protein jeroan ikan *Catla catla*.

Hidrolisat protein umumnya juga digunakan sebagai bahan tambahan pangan karena mengandung asam amino, dapat meningkatkan *flavor*, sebagai bahan pengemulsi, serta peptida dengan bobot molekul rendahnya dapat menghindari reaksi alergi protein. Kandungan protein ikan gabus mengandung protein yang tergolong tinggi merupakan salah satu potensi untuk dijadikan produk hidrolisat protein. Di Indonesia, kajian tentang hidrolisat protein ikan berbahan dasar ikan selar (*Caranx leptolepis*) (Nurhayati *et al.* 2007), dilaporkan memiliki potensi sebagai bahan dalam pembuatan pangan fungsional. Peptida dari ikan dengan sifat fungsionalnya dapat diisolasi dengan menggunakan metode yang lebih efektif, yaitu hidrolisis enzimatis dibandingkan dengan ekstraksi secara kimiawi maupun dengan proses fermentasi (Samaranayaka, 2010).

Tujuan

Tujuan dilakukanya penelitian ini adalah untuk memanfaatan limbah jeroan ikan gabus *Channa striata* menjadi hidrolisat protein yang memiliki aktivitas antioksidan.

Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan infomasi mengenai hidrolisat protein dari jeroan ikan gabus (*Channa striata*).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustyanti, D., 2016. *Profil Protein Susu Kuda Dan Susu Kambing Pada Berbagai Kondisi SDS PAGE*. Tesis. Bogor. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Baehaki, A., Lestari, S.D., Romadhoni, AR., 2015. *Hidrolisis Protein Ikan Patin Menggunakan Enzim Papain Dan Aktivitas Antioksidan Hidrolisatnya*. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 18(3).
- Baehaki, A., dan Rinto., 2012. Karakterisasi protease dari isolat bakteri asal tumbuhan rawa dari Indralaya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(1)
- Bhaskar, N., Sathista, AD., Sachindra, NM., Sakhare, PZ., Mahendrakar, NS., 2007. Effect of acid ensiling on the stability of visceral waste proteases of Indian major carp *Labeo rohita*. *Journal Aquatic Food Product Technology* [online], 16 (1).
- Bradford, M., 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye-binding. *Anal biochem* [online], 72:234-254
- Bordbar, S., Ebrahimpour, A., Hamid, AA., dan Sari, N., 2013. the improvement of the endogenous antioxidant property of stone fish (*Actiopya lecanora*) Tissue Using Enzymatic Prteolysis [online], J.foof Sci.9:15
- Dewi, N.A.T., 2016. *Peptida Antioksidatif Dari Hidrolisat Protein Ikan Kayu. Protease*. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Insitut Pertanian Bogor.
- Dumay, J., Donnay-Mareno, C., Barnathan, G., Jaouen, P., Barge., 2006. Improvement of lipid and phospholipid recoveries from sardine (*Sardina pilchardus*) viscera using industrial proeateses. *Proses Biochemistry* 41:2327-2332. DOI:10.1016/j.probio.2006.04.005
- Fan, J., He, J., Zhuang Y., & Sun, L., 2012. Purification and identification of antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of tilapia (*Orechromis niloticus*) frame protein. *Molecules*, 17, 12836–12850.
- Fujimaki, M., Arai, S., Yamashita M., 1997. Enzymatic protein degradation and resynthesis for protein improvement. *Di dalam : Food Protein. Editor Feeney R E dan Whitaner J R. Advances in chemistry series*. Washington DC. American Chemical Soc.
- Fardiaz, S., 1992. *Microbiology Pangan I*. Jilid I. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Fox, PF., Morrissey, PA., Mulvihill, DM., 1991. *Chemical And Enzymatic Modification of Food Protein*. London (UK). Developments in Food Protein.
- Giese J., 1994. Protein as Ingredients: types, functions, applications. *Journal Food Technology* 11(4): 50-60.

- Gordon, M, H., 1990. The Mechanism of Antioksidants Action in Vitro. In: Hudson, B.J.F. (ed). Food Antioksidants. Elsevier Applied Science. London- New York.
- Goldberg, G., 2003. Plants: Diet and Health. I Owa State Press. Blackwell Publishing Company. 2121 State Avenue Ames. USA.
- Guangrong, Huang., Ying Tiejing., Huo Po and Jiang Jiaxing., 2006. Purification and Characterization of a Protease from Thermophilic Bacillus Strain HS08. *African Journal of Biotechnology*. 5 (24) : 2433-2438
- Hasnaliza, H., Maskat MY., Wan AWM., Mamot S., 2010. The effect of enzyme concetration, temperature and incubation time on nitrogen content and degree of hydrolysis of protein precipate from cockle (*Anadara granosa*) meat wash water. *International Food Research Journal* 17:147-152
- Harahap, FM., Thamrin, Bahri S., 2013. *Pengolahan Limbah Ikan Patin Menjadi Biodiesel*. Pekanbaru. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau.
- Hidayat, T., 2005. *Pembuatan Hidrolisat Protein Dari Ikan Selar Kuning (Caranx leptolepis) Dengan Menggunakan Enzim Papain*. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Hadiwiyoto, S., 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Jilid I. Liberty. Yogyakarta.
- Ibrahim, B., 2005. Kaji Ulang Sistem Pengolahan Limbah Cair Indutri Hasil Perikanan Secara Biologis Dengan Lumpur Aktif. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 8(1).
- Jawetz, E., J.L. Melnick., & E.A. Adelberg., 1995. *Review of Medical Microbiology*. California. Lange Medical Publication.
- Kamelia, R., Sindumarta, M., dan Natalia, D., 2005. Isolasi dan karakterisasi protease intraselular termostabil dari bakteri *Bacillus stearothermophilus* RP1. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*. Universitas Indonesia 24-26 November. Depok.
- Kirk, RE., Othmer, DF., 1953. *Encyclopedia of Chemical Technology* [online], New York. The Interscience Publ. Inc. Volume 11.
- Korhonen, H., 2009. *Milk-derived biactive peptides: From sciences to application* [online], *J Funct Foods* 1:177-187. doi:10.1016/j.jff.2009.01.007.
- Kristinsson, HG., 2007. Aquatic Food Protein Hydrolysate. *Di dalam: Shahidi F, editor. Maximizing the Value of Marine By-Product*. Boca Raton. CRC Pr
- Klompong ,V., Benjakul, S., Kantachote, D., Shahidi, F., 2007. Antioxidative activity and functional properties of protein hydrolysate of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*) as influenced by the degree of hydrolysis and enzyme type. *Food Chemistry*. 102(7): 1317-1327
- Lakshmi ,SV., Padmaja, G., Kuppusamy, P., Kutala, VK., 2009. Oxidative stress in cardiovascular disease. *Indian J Biochem Biophys* 46(6):421–440.

- Latifah, A., 2013. *Aktivitas Antioksidan Dan Komponen Bioaktif Hidrolisat Protein Jeroan Ikan Kakap Putih (Lates Calcalifer)*. skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. IPB. Bogor
- Lehninger, AL., 1988. *Dasar-dasar Biokimia Jilid 1*. Thenawidjaja M, penerjemah. Jakarta. Erlangga. Terjemahan dari: Principles of Biochemistry.
- Maizah, Az., 2009. *Produksi Dan Karakterisasi Protease Isolat Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Plantungan*. skripsi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang
- Muchtadi, D., 2016. *Bioactive Peptide in Diary Products*. Food Review Indonesia. Htpp:// Food Review Indonesia.html, (Diakses 21 Agustus 2016).
- Molyneux, P., 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazil (DPPH) for estimating antioxidant activity. Journal Science and Technology. 26 (2): 211-219.
- Nurhayati, T., Salamah, E., Hidayat, T., 2007. Karakteristik hidrolisat protein ikan selar (*Caranx leptolepis*) yang diproses secara enzimatis. *Buletin Teknologi Hasil Perairan*, 10 (1): 23-34.
- Rao, MM., Tanksale, AM., Gatge, MS., dan Desphande, VV., 1998. Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. *Microbiol And Mol. Biol. Rev.* 62(3):597-635
- Ramadhoni., 2014. *Analisis Aktivitas Antioksidan Pada Hidrolisat Protein Ikan Patin (Pangasius Pangasius) Yang Dibuat Menggunakan Enzim Papain*. skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya.
- Rehm, HJ., Reed, G., 1995. Biotechnology: Enzymes, Biomass, Food and Feed. New York. VCH.
- Said, M. I dan J. C. Likadja., 2012. Isolasi dan identifikasi bakteri yang berpotensi sebagai penghasil enzim protease pada industri penyamakan kulit PT. Adhi Satria Abadi (ASA), Yogyakarta. JITP, 2 (2): 121-128.
- Saputro, M.NB., 2016. *Profil Protein, Aktivitas Antioksidan, Dan Inhibitor Ace Dari Susu, Kuda Dan Hidrolisatnya*. Skripsi. Program Studi Ilmu Pangan. Sekolah Pascasarjana. IPB.Bogor
- Sari, C.A., 2018. *Pengaruh Perbedaan konsentrasi larutan natrium bikarbonat (NaHCO₃) Terhadap karakteristik kimia, fisik, dan sensori keripik tulang ikan putak (Notopterus notopterus)*. skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Indralaya
- Samaranayaka, AGP., 2010. *Pacific hake (merluccius productus) fish protein hydrolysates with antioxidative properties*. [thesis] Vancouver (CA): Faculty of Graduate Studies (Food Science). University of British Columbia.
- Shahidi, F., Han, XQ., Synowiecki J., 1995. Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). Food Chem 53: 285-293.

- Susanto, IS., 2010. *Aktivitas Antioksidan Dan Komponen Bioaktif Pada Keong Mas (Pomacea Canaliculata Lamarck)*. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Syahrizal, FSNA., 1991. *Mikrobiologi Kecap Ikan Yang Dibuat Secara Hidrolisis Enzimatis*. skripsi. Bogor . Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
- Suhervandri., 2011. *Indonesia Berpotensi Kelola Limbah Ikan (online)*, (<http://bisnis-jabar.com/berita/indonesia-berpotensi-kelola-limbah-ikan.html>. diakses april 2011).
- Oktaviani, Sherly., 2017. *Fraksinasi peptida bioaktif antioksidan dan antikoleserol dari bekasam ikan seluang (Rasbora argyrotaenia) dengan penambahan starter Lactobacillus acidophilus*. skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Indralaya
- Putra, RM., 2009. *Pola Lingkaran Pertumbuhan Otolith Ikan Gabus (Channa striata) di Perairan Sungai Siak Provinsi Riau [online]*. Jurnal Berkala Perikanan Terubuk, 37(2):1-11
- Pigot, G M., Tucker, B W., 1990. Utility fish flesh effectively while maintaining nutritional qualities. *Sea Food Effect of Technology on Nutrition*. New York: Marcel Decker Inc.
- Philanto, A., 2006. Antioxidative peptides derived from milk proteins. *Int Dairy J*. 16:1306-1314.
- Purbasari, D., 2008. *Produksi Dan Karakterisasi Hidrolisat Protein Dari Kerang Mas Ngur (Atactoda Sriata.)* skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.IPB. Bogor
- Poernomo, A., 1997. *The Utilization of Cowtail Ray Viscery*. Thesis. Sidney. The University of New South Wales.
- Tirtayasa, A., 2017. *Penapisan Dan Identifikasi Bakteri Penghasil Protease Dari Silase Tumbuhan Rawa Tanjung Senai Dan Tanjung Pering Indralaya Sumatera Selatan*. skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Indralaya
- Trilaksani, W., 2003. *Antioksidan: jenis, sumber, mekanisme kerja dan peran terhadap kesehatan*. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Venugopal, V., 2006. *Seafood Processing: Adding Value Through Quick Freezing, Retortable Packaging, and Cook-Chilling*. Boca Raton. CRC Pr.
- Wang, SY., 2006. Fruits with High Antioxidant Activity as Functional Foods. *Di dalam: Shi J, editor. Functional Food Ingredients and Nutraceuticals, Processing Technologies*. Boca Raton: CRC Press. hlm 371-413
- Wang, JS., Zhao, MM., Zhao, QZ., Bao, Y., Jiang, YM., 2007. Characterzation of hydrolysates derived from enzymatic hydrolysis of wheat gluten. *J Food Sci* 72: C103-C107. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2006.00247.x.

- Wikandari, P.R, dan Yuanita, L., 2014. *Potensi Bekasam yang Difermentasi dengan Lactobacillus plantarum B1765 dalam Menurunkan Tekanan Darah Tikus Hipertensi*. Surabaya. Prosiding Seminar Nasional Kimia. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- Winarno, FG., 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Bogor. M-Brio Press
- Winoto, Y., and Woo Won Kang., 2010. Spesific Characteristic of Novel Cystein Protease From *Indonesian 'biduri' Plant (Calotropis gigemtea)*. Proceeding. The Korea Food Conference and Symposium. Incheon Korea 17-18 June 2010.
- Winarti, S., 2010. *Makanan Fungsional*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Wheaton, FW., and Lawson, TB., 1985. *Processing Aquatic Food Product*. New York. John Willey and Sons
- Wu, HC., Hua, MC., Chyuan YS., 2003. Free Amino Acids and Peptides as Related to Antioxidant Properties in Protein Hydrolysate of Mackerel (*Scomber austriasicus*). Food Research International 36(7): 949-957.