

JURNAL

**PENGARUH KONSENTRASI ENZIM ALCALASE TERHADAP HIDROLISAT
PROTEIN IKAN TEMBAKUL (*Periophthalmus minutus*)**

OLEH

DHIKY FDW



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2019**

PENGARUH KONSENTRASI ENZIM ALCALASE TERHADAP HIDROLISAT PROTEIN IKAN TEMBAKUL (*Periophthalmus minutus*)

Oleh
Dhiky Fdw¹, Edison², Mirna Ilza²
Email : dhikyfdw@yahoo.com

ABSTRAK

Ikan tembakul (*Periophthalmus minutus*) ikan yang berhabitat di hutan mangrove. *Periophthalmus minutus* sebagai bahan baku pada penelitian ini. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi enzim *alcalase* terbaik terhadap hidrolisat protein ikan tembakul. Parameter yang diamati adalah nilai kadar nitrogen non protein (NPN) dan nilai kadar protein metode Lowry. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan 3 kali ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah konsentrasi enzim berbeda (K1) penambahan enzim 1 % (K2), penambahan enzim 1.5% (K3) penambahan enzim 2 %, pada suhu 50 °C, pH 8,5 dan waktu 1 jam. Ulangan sebanyak 3 kali, sehingga jumlah unit percobaan sebanyak 9 unit. Penelitian ini dilakukan dengan cara pembuatan tepung dan pembuatan hidrolisat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar protein pada tepung ikan *Periophthalmus minutus* memiliki nilai 86,56% (bk) dan kadar air 8,85% (bb). Pembahan enzim dengan perlakuan (K2) penambahan enzim 1,5% adalah yang terbaik, dengan nilai kadar nitrogen non protein (NPN) sebesar 19,28% dan nilai kadar protein metode Lowry sebesar 16,96%.

Kata kunci : Tepung, Parameter, Proksimat

¹) Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

²) Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

THE EFFECT OF ALCALASE ENZYME CONCENTRATION ON HYDROLYSIS OF FISH PROTEIN TEMBAKUL (*Periophthalmus minutus*)

by
Dhiky Fdw¹⁾, Edison²⁾, Mirna Ilza²⁾
Email : dhikyfdw@yahoo.com

ABSTRACT

Mudskipper (*Periophthalmus minutus*) is the fish that lives in the mangrove forests. The fish was used as the raw material in this study. The purpose of this study was to determine the effect of adding the best concentration of alcalase enzymes to produce the protein hydrolyzate of mudskipper. The parameters observed were the value of non protein nitrogen (NPN) and protein content by using the Lowry's method. The experimental design used was a non-factorial Completely Randomized Design (CRD). The treatment conducted was hydrolyzing the fish to produce the fish hydrolyzates protein at different concentration of alcalase enzyme (1%, 1.5%, and 2%) for 1 hour at temperature 50 °C and pH 8.5. The results showed that the addition of alcalase enzyme 1.5% produced the highest content of protein in fish flour at 86.56% (dw) and water at 8.85% (gw). The product was also showing the highest value of non-protein nitrogen (NPN) at 19.28% and Lowry's protein content at 16.96%.

Keywords: Flour, parameter, proximate.

¹⁾ Students of the Faculty of Fisheries and Marine, Universitas Riau

²⁾ Lecturer of the Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Universitas Riau

PENDAHULUAN

Ikan tembakul di Indonesia masih kurang diminati karna rupanya yang tidak enak untuk dilihat serta masih sedikit kalangan masyarakat mengkonsumsi ikan tembakul sebagai bahan pangan. Ikan tembakul memiliki khasiat yang baik untuk kesehatan. Selain dijadikan santapan ikan tembakul juga digunakan untuk kesehatan janin ibu hamil (Budiyanto *dalam* Girsang, 2018).

Nelayan di Indonesia juga beranggapan bahwa ikan ini bukan ikan yang memiliki nilai ekonomis, menyebabkan nelayan dan pelaku budidaya belum menjadikan ikan tembakul sebagai target usaha penangkapan dan budidaya. Habitat dari ikan tembakul biasanya mencakup wilayah estuaria yang merupakan bagian laut, laut dangkal dan wilayah subtidal di daerah pasang surut (Jaafar *et al.*, 2009).

Menurut Purwaningsih *et al.*, (2014) daging ikan tembakul mempunyai komponen utama yaitu berupa protein (81,22%) dalam basis kering dan lemak (1,50%) dalam basis kering dan selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Berbagai cara pemanfaatan protein ikan telah dimanfaatkan dengan berbagai cara salah satunya hidrolisat protein.

Hidrolisat protein ikan dihasilkan dari proses penguraian protein ikan menjadi peptida sederhana maupun asam amino melalui proses hidrolisis oleh asam, basa, dan enzim. Hidrolisat protein ikan dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein dan asam amino pada bahan panganan. Hidrolisat protein ikan yang kualitasnya di bawah kualitas pangan di manfaatkan sebagai sumber protein pada pakan, sumber nitrogen pada pupuk tanaman dan media tumbuh bakteri (Kristinsson, 2007).

Hidrolisat ikan dapat dihasilkan dengan metode enzimatik. Hidrolisis protein secara enzimatik memiliki kelebihan dibandingkan hidrolisis protein dengan asam dan alkali karena produk peptida yang dihasilkan memiliki komposisi dan urutan asam amino yang spesifik sesuai dengan jenis protease yang digunakan. Selain itu, hidrolisis protein secara enzimatik berlangsung pada kondisi yang lebih *mild* (tidak pada kondisi ekstrim) dibandingkan menggunakan asam atau basa sehingga tidak merusak asam amino yang dihasilkan. Hidrolisis menggunakan NaOH cenderung merusak asam amino esensial (triptofan, sistein atau serin) dan mengubah konformasi struktur L-asam amino menjadi D-asam amino, bentuk ini tidak dapat dikonsumsi oleh manusia (Pardo *et al.*, 2000 *dalam* Salwanee *et al.*, 2013).

Hidrolisis protein dipengaruhi oleh konsentrasi bahan-bahan penghidrolisis, suhu, dan waktu hidrolisis serta tekanan udara. Peningkatan konsentrasi enzim akan meningkatkan volume hidrolisat protein ikan yang bersifat tidak larut menjadi senyawa nitrogen yang bersifat larut. Kecepatan katalisis enzim meningkat pada konsentrasi enzim yang lebih besar, tetapi jika konsentrasi enzim berlebih, maka proses tersebut tidak efisien. Untuk meningkatkan aktivitas hidrolisis, maka dapat digunakan enzim-enzim proteolitik komersial (Syahrizal 1991).

Alcalase adalah enzim yang tersedia secara komersial yang telah banyak digunakan dalam produksi protein hidrolisat karena termostabilitasnya (50°C) dan pH optimal tinggi (pH 8,5), yang dapat meminimalkan pertumbuhan mikroorganisme selama proses hidrolisis. Produksi dari strain *Bacillus licheniformis* yang dipilih, ini tersedia sebagai persiapan

food grade yang sesuai dengan FAO / WHO JECFA dan FCC.

Berdasarkan hasil penelaitan sebelumnya mengenai pembuatan hidrolisat dengan penambahan enzim *alcalase* pada ikan tuna menunjukkan konsentrasi enzim 1,5% yang memberikan hasil terbaik (Salwane, 2013). Berdasarkan penjelasan diatas, penulis tertarik untuk meneliti penggunaan konsentrasi enzim *alcalase* berbeda dalam pembuatan hidrolisat protein ikan tembakul (*Periophthalmus minutus*) sehingga menghasilkan hidrolisat protein terbaik.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen, yaitu melakukan percobaan dengan memberikan perlakuan (*treatment*). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial ,terdiri dari 3 taraf perlakuan yang diberikan adalah konsentrasi enzim berbeda (K₁) penambahan enzim 1 % (K₂), penambahan enzim 1.5% (K₃) penambahan enzim 2 %, pada suhu 50 °C, pH 8,5 dan waktu 1 jam. Ulangan sebanyak 3 kali, sehingga jumlah unit percobaan sebanyak 9 unit. Parameter yang diamati adalah analisa nilai Nitrogen Non Protein dan analisis protein Hidrolisat Protein Ikan. Adapun model matematis yang digunakan Tanjung (2014), adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

- Y_{ij} = Nilai pengamatan dari perlakuan ke-i, ulangan ke-j
 μ = Nilai tengah umum
 τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i
 ε_{ij} = Galat perlakuan ke-i,ulangan ke-j

Data yang diperoleh terlebih dahulu ditabulasikan ke dalam bentuk

tabel dan dianalisis secara stastistik dengan analisa variansi (anava). Berdasarkan analisis variansi, jika F-hitung < F-tabel pada tingkat kepercayaan 95% maka hipotesis diterima. Jika F-hitung > F-tabel pada tingkat kepercayaan 95% maka hipotesis ditolak, kemudian dilakukan uji lanjut. Uji lanjut yang digunakan pada penelitian ini adalah uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik fisik ikan tembakul

Ikan tembakul (*Periophthalmus minutus*) yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari kota Rantau Prapat, Sumatra Utara. Ikan kuran tubuh dengan panjang 20-25 cm dan lebar tubuh 3-5 cm. Naibaho., *et al* (2013), mengatakan bahwa ikan Tembakul memiliki ukuran terpanjang yakni mencapai 28 cm sehingga disebut sebagai *giant musdskipper*. Secara lengkap bentuk ikan tembakul yang digunakan sebagai bahan baku dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. IkanTembakul (*Periophthalmus minutus*)

Morfologi ikan tembakul yang digunakan yaitu memiliki kepala dengan bentuk pendek dan lebar, di kepalanya terdapat mata besar yang menonjol keluar dan menghadap kedepan. Ikan ini memiliki penutup insang yang besar dikarenakan kepala dari ikan ini berukuran besar, ikan tembakul memiliki sirip dada yang besar digunakan untuk berjalan diatas lumpur bahkan untuk memanjat pohon bakau di daerah hutan mangrove, sirip punggung pada ikan tembakul terhubung oleh membran pada sirip ekor ikan tembakul

memiliki jenis *rounded*. ikan ini menggunakan sirip mereka untuk bergerak dalam serangkaian lompatan. Mereka juga bisa membalik tubuh berotot mereka untuk dilemparkan diri hingga 2 kaki (60 cm) ke udara (Piper, 2007)

Tepung Ikan Tembakul

Tepung daging ikan tembakul yang dihasilkan memiliki warna kuning kecoklatan karena adanya proses browning dan memiliki bau khas ikan. Menurut Murtidjo (2003), penilaian secara fisik tepung ikan meliputi parameter-parameter

seperti warna kuning kecoklatan tergantung jenis ikan, bau produk yang dihasilkan disertai sedikit bau minyak, bentuk hasil tepung harus lolos saringan 98%.

Tepung ikan yang bermutu baik harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut; butiran-butirannya harus seragam bebas dari sisa – sisa tulang, mata ikan dan benda asing, warna halus bersih, seragam, serta bau khas ikan amis (Afrianto dan Liviawaty, 2005).

Tabel 2. Komposisi kimia tepung ikan tembakul

Komponen	Persentase (%)
Air (bb)	8,85
Protein (bk)	86,56

Tepung ikan tembakul memiliki kandungan air sebesar 8,85% (bb) dan protein sebesar 86,56% (bk). Jumlah kandungan air dan protein pada tepung ikan tembakul ini termasuk tepung ikan yang baik berdasarkan SNI tahun 1996. Persyaratan mutu tepung ikan mengandung kadar air maksimal 10% dan protein minimal 65%, sehingga tepung ikan tembakul yang dihasilkan baik (SNI 1996).

Hidrolisat Protein Ikan

Hidrolisat protein merupakan produk hasil dari hidrolisis protein yang prinsip pembuatannya adalah pemutusan ikatan peptida pada protein dengan menggunakan enzim. Enzim yang digunakan untuk menghidrolisis protein ikan tembakul dalam penelitian ini adalah *alcalase*.

Enzim *alcalase* adalah endo-protease dari jenis serin. Ini memiliki kekhususan substrat yang sangat luas. Dengan kata lain, itu dapat menghidrolisis sebagian besar ikatan peptida dalam molekul protein. Peptida dan asam amino terbentuk yang dilarutkan atau

didispersikan dalam air pencuci. *Alcalase* aktif antara pH 6,5 dan 8,5. Fungsinya antara 45 dan 65° C dengan aktivitas maksimum sekitar 60° C, di atas itu aktivitasnya turun dengan cepat. Hidrolisat protein ikan tembakul cair yang dihasilkan.

Hidrolisat cair adalah cairan yang dihasilkan dari proses hidrolisis tepung ikan tembakul dengan menggunakan enzim *alcalase* dihasilkan supernatan yang berwarna kekuningan jernih. Menurut Amalia (2007), bahwa semakin besar penambahan enzim akan menunjukkan penurunan pada presipitat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkat konsentrasi enzim maka semakin sedikit sisa padatan yang dihasilkan.

Nitrogen Non Protein (NPN)

Hasil penelitian terhadap kadar NPN hidrolisat protein ikan tembakul dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar NPN (%) hidrolisat protein ikan tembakul

Ulangan	Perlakuan			Total
	1	2	3	
K ₁	4,90	4,45	4,01	13,36b
K ₂	5,97	6,43	6,88	19,28c
K ₃	4,04	3,14	3,59	19,28a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda berarti perlakuan berbeda nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan hasil analisis variansi nilai kadar non protein nitrogen hidrolisat ikan tembakul (*Periophthalmus minutus*) memberi pengaruh sangat nyata, dimana $F_{hitung} (31,32) > F_{tabel} (5,14)$ pada tingkat kepercayaan 95% maka H_0 ditolak. Sehingga dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT).

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa nilai kadar non protein nitrogen hidrolisat ikan tembakul berbeda nyata, dimana perlakuan K1 berbeda nyata dengan perlakuan enzim alcalase K2 dan berbeda nyata dengan K3 pada tingkat kepercayaan 95%.

Berdasarkan tabel 1. Terlihat bahwa rata-rata kadar non protein nitrogen pada hidrolisat protein ikan tembakul yang terbaik yaitu pada K2 (1,5%), dengan nilai 19,28%. penambahan enzim 1,5% menghidrolisis protein dengan baik, protein yang terhidrolisis menghasilkan nitrogen yang bukan protein paling banyak diantara penambahan enzim yang lain. Menurut Haslaniza (2010), penambahan konsentrasi enzim yang semakin meningkat dalam proses hidrolisis menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan nitrogen terlarut dalam hidrolisat protein ikan.

Non protein nitrogen berfungsi untuk mengetahui berapa terbentuknya banyak asam amino dan peptida rantai pendek yang terlebih dahulu kita endapkan kandungan protein dengan TCA, kemudian tinggal asam amino dan peptida yang dimana semakin tinggi hasil yang didapat nilai nitrogennya maka semakin tinggi asam amino dan peptida rantai pendeknya.

Non protein nitrogen yang terdiri dari senyawa senyawa nitrogen seperti asam amino bebas, alkaloid, vitamin, nitrat, dan sebagainya. Selama proses pengolahan bahan makanan, protein dapat terurai menjadi NPN berupa senyawa peptida, asam amino tergantung cara yang diterapkan (Silalahi,1994).

Komposisi dasar dari protein sekitar 55% karbon, 7% hydrogen. 23% oksigen, 16% nitrogen, 1% sulfur dan kurang dari 1% fosfor, protein dapat digolongkan menurut struktur susunan molekulnya, larutannya, tingkat degradasinya dan fungsinya (Winarno,1984).

Protein metode Lowry

Hasil penelitian terhadap kadar protein metode Lowry hidrolisat protein ikan tembakul dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar protein metode lowry (%) hidrolisat protein ikan tembakul

Ulangan	Perlakuan			Total
	1	2	3	
K ₁	6,28	6,14	6,41	18,83b
K ₂	5,43	5,7	5,83	16,96a
K ₃	10,38	10,24	10,65	31,27c

Keterangan : Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda berarti perlakuan berbeda nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa total kadar protein metode lowry hidrolisat protein ikan tembakul yaitu: K_1 (18,83%), K_2 (16,96%) dan K_3 (31,27%). Berdasarkan hasil analisis variansi (Lampiran 2) diperoleh nilai F_{hitung} (585,71) $>$ F_{tabel} (5,14) pada tingkat kepercayaan 95%, maka H_0 ditolak. Hal ini menjelaskan bahwa hidrolisat protein ikan tembakul berpengaruh terhadap nilai kadar air hidrolisat ikan tembakul.

Hasil uji lanjut BNJ (Lampiran 2) menunjukkan bahwa kadar protein metode lowry pada perlakuan K_1 tidak berbeda sangat nyata dengan K_2 dan berbeda sangat nyata dengan K_3 pada tingkat kepercayaan 95%.

Berdasarkan tabel 4. Terlihat bahwa proses hidrolisis menggunakan konsentrasi enzim *alacase* K_2 (16,96%) menghasilkan hidrolisat yang memiliki sisa protein bebas yang sedikit dan menghasilkan asam amino yang tinggi, karna optimalnya kerja enzim yang di tambahkan menghidrolisis protein menjadi ikatan asam amino dan peptida.

Penambahan konsentrasi 1,5% merupakan konsentrasi enzim yang cocok dengan jumlah substrat yang diberikan pada hidrolisat protein ikan tembakul. Jumlah substrat yang sesuai dengan konsentrasi enzim yang digunakan akan membuat kerja enzim efektif. Menurut Poedjadi (2006), Konsentrasi enzim secara langsung mempengaruhi kecepatan laju reaksi enzimatik. Pada suatu konsentrasi substrat tertentu, laju reaksi bertambah dengan bertambahnya konsentrasi enzim, namun peningkatan enzim atau

substrat akan membuat kerja enzim tidak efektif.

Menurut Iskandar dan Desi (2009), semakin tinggi konsentrasi enzim yang ditambahkan semakin besar pula kecepatan reaksinya, tetapi pada batas-batas tertentu hasil hidrolisat yang diperoleh akan konstan dengan meningkatnya konsentrasi enzim, hal ini disebabkan penambahan enzim yang sudah tidak aktif lagi yang menyebabkan daya kerja enzim untuk mengkatalis menjadi lebih lama dan tentunya akan menyebabkan hasil katalisa yang lebih banyak yang bergantung pada konsentrasi substrat yang ada.

Menurut Purbasari (2008), peningkatan kandungan protein dalam produk hidrolisat disebabkan selama proses hidrolisis terjadi konversi protein. Semakin besarnya konsentrasi enzim papain yang diberikan maka nilai kadar protein akan semakin tinggi, hal ini dikarenakan dalam proses hidrolisis dengan menggunakan enzim ini hanya terjadi proses pemecahan protein menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana yaitu asam amino.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai hidrolisat protein ikan tembakul dengan penambahan konsentrasi enzim *alacase* K_1 (1%), K_2 (1,5%) dan K_3 (2%) terdapat adanya pengaruh terhadap kadar air, kadar non protein nitrogen, dan kadar protein hidrolisat protein ikan tembakul.

Hasil penambahan enzim terbaik terdapat pada konsentrasi enzim 1,5%. pada penggunaan enzim ini hasil dari analisis kimia hidrolisat protein ikan tembakul di dapatkan jumlah kadar air 91,08%, kadar non protein nitrogen 6,43%, dan kadar protein 6,87%.

Semakin tinggi konsentrasi enzim yang ditambahkan semakin besar pula kecepatan reaksinya, tetapi padabatas-batas tertentu hasil hidrolisat yang diperoleh akan konstan dengan meningkatnya konsentasi enzim, hal ini disebabkan penambahan enzim yang sudah tidak aktif lagi yang menyebabkan daya kerja enzim untuk mengkatalisa menjadi lebih lama dan tentunya akan menyebabkan hasil katalisa yang lebih banyak yang bergantung pada konsentrasi substrat yang ada.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan dengan penambahan analisis asam amino total dan asam amino bebas.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, Eddy dan Evi Liviawaty. 2005. Pakan Ikan. Yogyakarta: Kanisius.

Amalia, E. 2007. Pemanfaatan Kerang Hijau (*Mytilus Viridis*) dalam Pembuatan Hidrolisat Protein Menggunakan Enzim Papain. Sripsi. Program studi teknologi hasil perikanan. Fakultas perikanan dan

ilmu kelautan. Institut Pertanian Bogor.

Blackweel, Wiley, 2012. Food Biochemistry and Food Processing, 2nd(ed). New York

Girsang E. 2018. Analisis kandungan kimia ikan tembakul (*Periophthalmodon schlosseri*) pada suhu pengukusan berbeda. Jurnal online mahasiswa volume 2018. Fakultas Perikanan Dan Kelautan Manado.

Hasnaliza, H.Maskat,M. Y.Wan,A. W. M.Mamot,S. 2010. The effect ofenzyme concetration, temperatureand incubation time on nitrogencontent and degree of hydrolysisof protein precipate from cockle (*Anadara granosa*) meat wash water.International Food Research Journal17:147-152.

Indartono, S. A. 2003b. Prinsip-prinsip nutrisi bahan baku. Poultry Indonesia. Edisi Desember (284) : 19-20.

Iskandar, T. dan Desi,A. W. 2009. Pengaruh Enzim Bromelin dan Waktu Inkubasi Pada Proses Hidrolisi Ikan Lemuru Menjadi Kecap. Buana Sains Vol 9 No 2.

Jaafar, Z., Perrig, m. and Chou, L. M. 2009. "Periophthalmus variabilis (Teleostei: Gobiidae: Oxudercinae), a valid species of mudskipper,

- and a re-diagnosis of Periophthalmus. *Novemradiatus*". *Zoological Science* 26 (4): 309–14.
- Kristinsson, H. G. 2007. Aquatic food protein hydrolysates. Di dalam: Shahidi F, editor. *Maximising the Value of Marine By-Product*. Boca Raton: CRC Press.
- Kristinsson, H. G., Rasco B. A. 2000. Biochemical and functional properties of Atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. *Journal of Agrifood Chemistry* 48:657–666.
- Murtidjo, B.A. 2003. *Beberapa Metode Pengolahan Tepung Ikan*. Kanisius.
- Naibaho, R.C. Samiaj dan Efriyeldi. 2013. Jenis dan Kelimpahan Ikan Tembakul di Pantai Dumai Provinsi Riau. *Journal Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*. Pekanbaru.
- Piper R. *Extraordinary Animals: An Encyclopedia of Curious and Unusual Animals*, Greenwood Press, 2007.
- Poedjiadi, A. 2006. *Dasar – Dasar Biokimia*. E disi Revisi. Jakarta: UI - Press.
- Purbasari, D. 2008. *Produksi dan Karakterisasi Hidrolisat Protein Dari Kerang Mas Ngur (Atactodea striata)*. [Skripsi]. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Salweenee S., Wan, A.W.M., Mamot, S., maskat M.Y., dan Ibrahim S. 2013. Effect of enzyme concentration, temprature, pH, and Time on the degree of hidrolisis of protein extract from fishcera tuna (*Euthynnus affinis*) by using alcalase. *Sains Malaysiana* 42(3): 279-287.
- Silalahi, J. 1994. *Kadar Protein Yang Terdapat Dalam Beberapa Bahan Makanan*. Medan: Silalahi. Hal 1-20.
- Standart Nasional Indonesia. 1996. *Persyaratan Standart Mutu Tepung Ikan*.
- Syahrizal FSNA. 1991. *Mikrobiologi kecap ikan yang dibuat secara hidrolisis enzimatis* [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Tanjung A. 2014. *Rancangan percobaan Tantaramesta Asosiasi Direktorat Indonesia*. Bandung.
- Thiansilakul, Y., Benjakul, S. dan Shahidi, F. 2007. Compositions, functional properties and antioxidative activity of protein hydrolysates prepared from round scad (*Decapt er us maruadsi*) *Food Chemistry* 103: 1385-1394

Winarno, F.G. 2008. Kimia pangan
dan gizi. PT. Gramedia Pustaka

Utama. Jakarta. 112 hlm