

Karakteristik Hidrolisat Protein Tambelo (*Bactronophorus* sp.) yang Dihidrolisis Menggunakan Enzim Papain

LELY OKMAWATY ANWAR¹, ROSMAWATI¹¹Universitas Muhammadiyah Kendari

Jl. KH. Ahmad Dahlan No.10 Kendari 93118

email: nafian.travel@gmail.com

ABSTRACT

Tambelo is one type of wood eating worm that live in the dead mangrove tree and suffered a decomposition process. Tambelo who lived in a wooden rod *Rhizophora* sp has a sweet taste and very good for consumption. Tambelo nutrient content showing potentially in the development of high-quality aquatic products, but this has not been done. In order tambelo can be used widely, it is necessary to make a new innovation in processing Tambelo meat into new face. Tambelo meat processing in a protein hydrolyzate as a source of flavor enhancer, which not only serves to create a sense of savory (umami) in food but also provides the role of nutrition and safe for the body considered very precise.

This study aimed to examine the potential characteristics tambelo protein hydrolyzate (*Bactronophorus thoracites*). The experiment was conducted in two stages, the first stage of making a protein hydrolyzate treated hydrolyzate time (1, 2 and 3 hours) using the papain enzyme 0.5% (w/w) and temperature of 55°C, pH 7. The best results are based on the content of the highest total protein become a reference in the second stage of the process. The second stage is a producing flavor enhancer, which further analyzed to measure the percentage of yield, amino acids, fatty acids and components of flavor. Proximate analysis to measure the highest total protein content of tambelo meat which hydrolyzed by the papain enzyme with optimum concentration at temperature of 55 ° C, pH 7. One hour hydrolysis showed the highest total protein content of 22.09% ± 0.19, yield hydrolyzate produced from the best treatment is 53.29% ± 7.36, hydrolysis process runs perfect for being able to produce 17 kinds of amino acids consisting of essential amino acids and non-essential with increased levels, and the hydrolysis process causes a significant fatty acid composition decreasing.

Keywords: hydrolysis, papain enzyme, Tambelo protein

PENDAHULUAN

Estuari merupakan wilayah pesisir yang ditumbuhi oleh tumbuhan khas yang disebut mangrove. Di daerah ini terdapat berbagai jenis hewan dan tumbuhan. Salah satu jenis tumbuhan mangrove yang menempati wilayah ini adalah beberapa jenis bakau. Bakau yang telah mati dan mulai mengalami pelapukan merupakan tempat hidup bagi jenis moluska. Jenis moluska yang hidup pada ekosistem mangrove dan telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pantai sebagai bahan pangan bernilai gizi tinggi dan bercita rasa lezat adalah tambelo (*Bactronophorus* sp).

Tambelo merupakan salah satu jenis hewan penggerek kayu yang hidup di dalam batang kayu bakau yang sudah lapuk dan membusuk. Tambelo dikelompokkan ke dalam

filum bivalvia, kelas myoida, ordo teredinidae (Turner, 1971).

Masyarakat suku Kamoro di Papua kabupaten Mimika menyebut tambelo “*koo*” dan percaya bahwa tambelo berkhasiat menyembuhkan penyakit antara lain sakit pinggang, rematik, batuk, flu, malaria, meningkatkan air susu ibu, nafsu makan, dan vitalitas pria (Hardiansyah *et al.* 2007). Sebagian masyarakat Bangka menyebut tambelo “*temilok brubus*” (Syaputra *et al.* 2007). Tambelo di Barzil Utara dipercaya dapat menyembuhkan penyakit menular dan masyarakat menyebutnya “*туру*” (Trindade-Silva *et al.* 2009). Di Philipina masyarakat menyebutnya “*tamilok*” (Betia, 2011). Masyarakat pantai di Sulawesi Tenggara sudah sejak dahulu mengkonsumsi tambelo sebagai

obat tradisional dengan cara dimakan dalam keadaan mentah maupun diolah dengan pemanasan, karena dipercaya dapat bermanfaat bagi kesehatan seperti meningkatkan produksi air susu ibu, meningkatkan vitalitas pria dan mencegah berbagai macam penyakit. Masyarakat pantai Sulawesi Tenggara menyebutnya “*Tambelo*”.

Menurut kebiasaan masyarakat pantai Sulawesi Tenggara, tambelo jenis *Bactronophorus thoracites* dapat ditemukan hidup pada 3 macam mangrove yaitu pada genus *Rhizophora* sp, *Bruguiera* sp dan *Sonneratia* sp. Tambelo yang hidup pada mangrove *Rhizophora* sp lebih disukai karena memiliki cita rasa yang manis dan gurih dibandingkan dengan yang hidup pada mangrove *Bruguiera* sp dan *Sonneratia* sp karena memiliki rasa yang pahit dan tidak enak untuk dimakan. Masyarakat yang telah mengenal dan memanfaatkan tambelo sering mengkonsumsi secara mentah atau diolah dengan pemanasan sebelum dikonsumsi. Berdasarkan beberapa hasil penelitian menunjukkan tingginya kandungan gizi tambelo, tetapi masyarakat masih sulit untuk terbiasa mengkonsumsi dan memanfaatkan daging tambelo sebagai panganan istimewa baik dalam bentuk utuh mentah maupun telah dimasak, sehingga pemanfaatannya masih sangat rendah. Sehingga diperlukan inovasi pengolahan daging tambelo yang mampu menghasilkan produk baru dalam bentuk yang lebih menarik agar dapat diterima secara luas oleh masyarakat.

Hasil penelitian Leiwakabessy (2011) melaporkan bahwa tambelo dalam bentuk kering memiliki kadar protein 42,77% yang tersusun dari 17 jenis asam amino dan didominasi oleh jenis asam glutamat yang diketahui berperan dalam meningkatkan citarasa pada bahan pangan sehingga tambelo berpotensi sebagai bahan baku *flavor enhancer*. Penelitian pengembangan sumber cita rasa alami terus dilakukan untuk menemukan produk cita rasa alternatif yang berfungsi menciptakan rasa gurih pada makanan, tetapi juga memberikan peran nutrisi dan aman bagi kesehatan. Melalui teknik hidrolisis, protein suatu bahan dapat diubah

menjadi senyawa asam amino L, nukleotida, dan berbagai ragam peptida. Bahan-bahan tersebut dipakai untuk menimbulkan rasa gurih pada makanan yang biasa disebut *flavor enhancer*. Teknik hidrolisis secara kimiawi saat ini sudah mulai dihindari oleh kebanyakan industri makanan di Indonesia karena produk yang dihasilkan tidak aman bagi kesehatan, sehingga proses hidrolisis secara enzimatik merupakan pilihan metode paling aman dalam produksi *flavor*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik hidrolisat protein tambelo (*Bactronophorus* sp) yang hidup pada batang pohon mangrove jenis *Rhizophora* sp.

METODE

Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pembuatan hidrolisat tambelo dengan mengacu pada Koesoemawardani *et al.* (2011), yaitu bahan baku (daging tambelo) ditimbang sebanyak 10 g dan dilarutkan dengan 20 ml larutan garam 0,5% (b/b), yang ditambahkan dengan enzim papain konsentrasi optimum pada suhu 55 °C, pH 7, dengan waktu hidrolisis berbeda yaitu 1, 2 dan 3 jam yang selanjutnya di inaktivasi dengan pemanasan pada suhu 85°C selama 15 menit.

Analisis proksimat untuk melihat kandungan protein total tertinggi menjadi acuan dalam penelitian tahap kedua. Analisis proksimat terdiri dari kadar air (AOAC 2005), lemak (AOAC 2005), protein (Apriyantono *et al.* 1989), kadar abu (AOAC 2005), dan karbohidrat (*by difference*). Tahap kedua adalah pembuatan hidrolisat padat untuk mendapatkan *flavor enhancer*, dan mengamati persentase rendemen, karakteristik asam amino (AOAC 1995) *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), asam lemak (AOAC 1995) yang ditentukan dengan metode gas kromatografi, dan komponen penyusun *flavor* yang berperan dalam memberi cita rasa gurih pada tambelo.

Sampel tambelo yang digunakan diambil dari hutan bakau yang terdapat pada perairan di desa Wonuakongga kecamatan Laeya kabupaten Konawe Selatan propinsi Sulawesi Tenggara. Pembuatan hidrolisat protein dan analisa proksimat dilakukan di Laboratorium

Pangan dan Gizi Fakultas Teknologi Pangan Universitas Halu Oleo, analisis asam amino dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Halu Oleo, dan analisis asam lemak dilakukan di Laboratorium Mutu Tanaman Pangan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Cimanggu Bogor.

Rancangan Penelitian dan Analisis Data. Pada tahap pertama, yaitu proses hidrolisis protein untuk melihat pengaruh lama hidrolisis terhadap kandungan protein total. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan tiga

perlakuan dan dua ulangan. Sehingga diperoleh enam satuan percobaan, dengan perlakuan adalah lama hidrolisis yaitu 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Pada Tahap kedua hanya melihat karakteristik hidrolisat protein tambelo bubuk sesuai dengan parameter uji. Data-data kuantitatif yang diperoleh dari hasil pengujian setiap parameter uji dikumpulkan dan dikelompokkan berdasarkan kriterianya masing-masing selanjutnya data-data tersebut diolah menggunakan analisis statistika Rancangan Acak Lengkap. Untuk data pengamatan hasil parameter uji analisis hidrosat protein tambelo bubuk diolah secara deskriptif.

HASIL

Tabel 1. Kandungan proksimat hidrolisat protein tambelo

Parameter Uji	Waktu Hidrolisis		
	1 (Jam)	2 (Jam)	3 (Jam)
Air (%)	12,18±0,28	11,48±0,21	10,16±0,17
Protein (%)	22,09±0,19	17,40±0,07	15,00±0,49
Lemak (%)	15,98±1,20	13,12±0,09	12,71±0,06
Abu (%)	11,78±0,49	11,79±0,13	11,84±0,68
Karbohidrat (%)	37,97±1,78	46,09±0,17	50,29±0,04

Tabel 2. Komposisi Asam Amino Produk Hidrolisat Protein Tambelo

Unsur Asam Amino	Tambelo mangrove <i>Rhizophora</i> sp (% b/b)*	Hidrolisat protein tambelo (% b/b)
Asam Amino Esensial		
Valin	0,11	1,19±0,07
Leusin	0,25	1,19±0,003
Iso-leusin	0,11	0,97±0,07
Metionin	0,08	1,39±0,07
Threonin	0,18	0,88±0,23
Lysin	0,16	0,52±0,08
Histidin	0,19	1,05±0,01
Arginin	0,13	0,74±0,17
Fenilalanin	0,09	1,23±0,02
Asam Amino Nonesensial		
Alanin	0,16	0,56±0,31
Prolin	0,32	0,99±0,00
Tyrosin	0,25	1,02±0,11
Asam Glutamat	0,87	1,01±0,02
Serin	0,19	0,85±0,09
Sistein	0,13	0,79±0,06
Glysin	0,15	0,62±0,02
Asam Aspartat	0,50	0,85±0,03

Keterangan: * Sumber Anwar dan Rosmawati (2013)

Tabel 3. Hasil analisa Asam Lemak Tak Jenuh Tambelo (*Bactronophorus thoracites*) yang hidup pada batang kayu mangrove jenis *Rhizophora* sp

Jenis Asam Lemak	Hasil (%)
------------------	-----------

	Tambelo dari <i>Rhizophora</i> sp*	Hidrolisat protein tambelo
Linolenat (ω -3)	0,710	-
DHA (ω -3)	0,007	-
EPA (ω -3)	0,006	-
Linoleat (ω -6)	8,134	-
Arakhidonat (ω -6)	0,001	-
Oleat (ω -9)	29,431	12,945

Keterangan: - tidak terdeteksi

PEMBAHASAN

Analisis proksimat untuk melihat kandungan protein total dari bahan baku (daging tambelo) yang dihidrolisis dengan enzim papain konsentrasi optimum pada suhu 55°C, pH 7, dengan waktu hidrolisis berbeda yaitu 1 jam, 2 jam dan 3 jam tersaji pada Tabel 1. Lama hidrolisis berpengaruh ($\alpha = 0,05\%$) terhadap kadar protein hidrolisat protein yang dihasilkan. Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin lama waktu hidrolisis, kadar protein hidrolisat yang dihasilkan semakin menurun. Hidrolisis protein selama 1 jam memberikan hasil kadar protein tertinggi yaitu sebesar $22,09 \pm 0,19\%$ jika dibandingkan dengan hidrolisis selama 2 jam dan 3 jam yaitu masing-masing sebesar $17,40 \pm 0,07\%$ dan $15,00 \pm 0,49\%$. Berdasarkan hasil analisis proksimat tersebut, hidrolisis terbaik dengan persentase total protein yang dihasilkan tertinggi adalah pada perlakuan perendaman enzim papain selama 1 jam. Waktu hidrolisis merupakan salah satu faktor yang penting bagi kinerja enzim.

Waktu hidrolisis yang semakin meningkat akan menyebabkan peningkatan nilai derajat hidrolisis hingga mencapai tahap stasioner. Pada tahap awal proses hidrolisis, enzim akan diserap ke dalam suspensi partikel daging, kemudian didalamnya terjadi pemutusan ikatan peptida yang terjadi secara simultan. Pada waktu tertentu, kecepatan hidrolisis akan mengalami penurunan dan memasuki tahap stasioner. Tahap stasioner terjadi karena adanya penghambatan kinerja enzim untuk menghidrolisis substrat akibat terbentuknya produk dalam jumlah besar. Asam amino yang terbentuk dari proses hidrolisis akan menutup sisi aktif protein substrat, sehingga enzim tidak dapat melanjutkan proses hidrolisis (Witono *et al.* 2007).

Karakteristik Produk Hidrolisat Protein Tambelo. Karakterisasi produk hidrolisat protein dilakukan terhadap produk hidrolisat yang memiliki kadar protein tertinggi dari tiga waktu hidrolisis yang digunakan berdasarkan hasil analisis proksimat. Waktu hidrolisis selama 1 jam memberikan hasil terbaik. Hidrolisat protein tambelo kering terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hidrolisat Protein Tambelo Kering

Rendemen. Rendemen merupakan salah satu parameter penting dalam proses pengolahan hasil-hasil perairan. Rendemen adalah perbandingan antara jumlah produk akhir dengan bahan baku utama yang dinyatakan dalam persen. Persentase banyaknya produk hidrolisat yang dihasilkan terhadap volume bahan baku sebelum dihidrolisis disebut rendemen produk hidrolisat (Ariyani *et al.* 2003). Tujuan perhitungan jumlah rendemen adalah memperkirakan jumlah bagian dari bahan baku yang dapat dimanfaatkan. Nilai rendemen dapat menggambarkan nilai ekonomis suatu bahan, semakin tinggi nilai rendemen maka semakin tinggi nilai ekonomisnya karena semakin tinggi jumlah yang dapat

dimanfaatkan dari bahan tersebut (Rostiani 2013).

Nilai rendemen hidrolisat protein kasar daging tambelo yang dihasilkan selama proses hidrolisis 1 jam adalah sebesar $53,29\% \pm 7,36$. Hal ini berarti bahwa dari bahan baku daging tambelo yang diolah, mampu menghasilkan 50% lebih hidrolisat protein kasar, sehingga dapat dikatakan cukup ekonomis jika diolah lebih lanjut pada skala yang lebih besar.

Komposisi Asam Amino. Asam amino merupakan unit dasar struktur protein. Bila suatu protein dihidrolisis dengan asam, alkali atau enzim, akan dihasilkan campuran asam-asam amino. Protein pada umumnya mengandung 20 macam asam amino yang diklasifikasikan berdasarkan fungsi fisiologi dalam tubuh yaitu asam amino esensial yang terdiri dari 10 macam asam amino dan sisanya adalah asam amino non esensial. Asam amino esensial tidak dapat diproduksi oleh tubuh sehingga harus disuplai melalui makanan, sedangkan asam amino non-esensial dapat diproduksi dalam tubuh (Belitz *et al.* 2009). Komposisi asam amino produk hidrolisat protein yang dihasilkan tersaji pada Tabel 2.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa jenis asam amino yang terdapat pada hidrolisat protein tambelo sama dengan jenis asam amino yang terdapat pada protein tambelo, namun setelah dihidrolisis kandungan asam amino tambelo mengalami peningkatan pada semua jenis asam amino yang terdeteksi jika dibandingkan dengan kandungan asam amino yang terdapat pada protein. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Purbasari (2008) tentang produksi dan karakterisasi hidrolisat protein dari kerang mas ngur (*Atactodea striata*) menyatakan bahwa jenis asam amino hidrolisat protein kerang mas ngur sama dengan jenis asam amino pada protein kerang mas ngur, tetapi kadar beberapa jenis asam amino produk hidrolisat lebih tinggi dari kadar asam amino protein kerang mas ngur, dan Kurniawan *et al.* (2012) tentang hidrolisis protein tinta cumi-cumi (*Loligo* sp) dengan enzim papain, menyatakan bahwa kandungan asam amino sampel yang dihidrolisis tanpa penambahan enzim lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan asam amino

sampel yang dihidrolisis dengan penambahan enzim papain 2 %. Menurut Gesualdo dan Chan (1999), bahwa semua protein yang dihidrolisis akan menghasilkan asam-asam amino, tetapi ada beberapa protein yang disamping menghasilkan asam amino juga menghasilkan molekul-molekul protein yang masih berikatan.

Almatsier (2006) menyatakan bahwa rendahnya salah satu jenis asam amino dapat dilengkapi dengan protein dari sumber lain yang memiliki asam amino berbeda. Beberapa macam protein dapat saling mengisi kekurangan asam amino esensial. Dua jenis protein yang terbatas dalam asam amino yang berbeda, bila dimakan secara bersamaan di dalam tubuh dapat menjadi susunan protein yang lengkap, dalam keadaan tercampur, asam amino yang berasal dari berbagai jenis protein dapat saling mengisi untuk menghasilkan protein yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh.

Komposisi Asam Lemak. Asam lemak memegang peranan penting dalam lemak, karena sifat-sifat fisik, kimia, dan hayati lemak biasanya didasarkan pada sifat-sifat asam lemaknya (Estiasih 2009). Ikan laut merupakan salah satu sumber makanan yang kaya akan asam lemak tak jenuh yang merupakan senyawa yang telah banyak membuktikan efek positif bagi kesehatan, seperti menurunkan resiko penyakit jantung, kanker, arhitis, dan lain-lain (Berge dan Barnathan, 2005). Asam lemak yang terkandung pada hidrolisat protein (tabel 3) mengalami penurunan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan asam lemak yang terkandung pada daging tambelo sebelum dihidrolisis. Hal ini diduga karena selama proses hidrolisis yang melibatkan air dan keberadaan endogenous lipase menyebabkan lemak yang terkandung pada bahan terurai menjadi asam lemak dan gliserol, perlakuan suhu panas dan pH selama proses hidrolisis ikut mempengaruhi kerusakan lemak.

KESIMPULAN

Analisis proksimat untuk melihat kandungan protein total tertinggi dari bahan baku (daging tambelo) yang dihidrolisis

dengan enzim papain konsentrasi optimum pada suhu 55 °C, pH 7, waktu hidrolisis 1 jam memberikan hasil kandungan protein total tertinggi yaitu sebesar 22,09 % ± 0,19, rendemen hidrolisat yang dihasilkan dari perlakuan terbaik adalah sebesar 53,29 % ± 7,36, proses hidrolisis berjalan sempurna karena mampu menghasilkan 17 jenis asam amino yang terdiri dari asam amino esensial dan non esensial dengan kadar yang mengalami peningkatan, serta proses hidrolisis menyebabkan penurunan komposisi asam lemak yang sangat signifikan.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui perlakuan konsentrasi enzim yang terbaik dalam menghidrolisis protei daging tambelo sehingga diperoleh kualitas hidrolisat yang lebih baik, serta penambahan parameter uji yang lebih mendalam dalam menentukan karakteristik dan kualitas hidrolisat terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. 1995. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemical. Virginia: Associaton of Official Analytic Chemist Inc.
- Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. 2005. Official Methods of Analysis (18 Ed). Mayland: Association of Official Analytical Chemist Inc.
- Almatsier Y. 2006. Prinsip Dasar Ilmu dan Gizi. Cetakan ke Enam. Jakarta: PT Gramedia.
- Apriyantono et al. 1989. Analisis Pangan. Petunjuk Laboratorium. Departemen pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ariyani F, Saleh M, Tazwir, dan Hak N. 2003. Optimasi Proses Produksi Hidrolisat Protein Ikan dari Mujair (*Oreochromis mosaambicus*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. vol 1(1):1.
- Belitz HD, Grosch W, and Schieberle P. 2009. Food Chemistry. 4th Revised and Extended ed. Berlin: Springer-Verlag Heidelberg.
- Betia J. 2011. Palawan's Kinilaw na Tamilok. [kaset audio].<http://journeyingjames.com>. Diakses 09 Maret 2013.
- Estiasih T. 2009. Minyak Ikan: Teknologi dan Penerapannya Untuk Pangan dan Kesehatan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Fox PF, Morrissy PA and Mulvihill DM. 1991. Chemical and Enzymatic Modification of Food Protein. London: Development in Food Protein. APPL.Sci.Pbl.
- Griffin et al. 1994. Penemu: The United States of America As Represented by the Secretary of Agriculture. Industrial Alkaline Protease From Shipworm Bacterium. New York: US Paten.
- Grigor JM, Theaker BJ, Alasalvar CO, Hare WT, and Ali Z. 2002. Analysis of Seafood Aroma/Odor by Electronic Nose Technology and Direct Analysis. di dalam: Alasalvar and Taylor, editor. *Seafood: Quality, Technology and Nutraceutical Application*. Lincoln: Springer.
- Guillen M, and Errecalde M. 2002. Volatile Components of Raw and Smoked Black Bream (*Brama raii*) And Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Studied By Means of Solid Phase Microextraction and Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *J Sci Food Agric*. vol 82:945-952.
- Hardiansyah, Sumule A, dan Letsoin J. 2007. Jenis dan jumlah konsumsi tambelo, siput dan kerang oleh penduduk di kawasan Muara Mimika, Papua. *Jurnal Gizi dan Pangan*. vol 1 (1):1-12.
- Imm JY dan Lee CM. 1999. Production of Seafood Flavor from red hake tuna (*Urophycis chuss*) by Enzymatic Hydrolysis. *J.agric food chem*. vol 47: 2360-2366.
- IFT [Institute of Food Technologist]. 1989. Food flavor; A scientic Status, Summary by the Institute of Food Technologist Expert Panel on Food Safety and Nutrition. *Food Technology*. vol 43:44-106.
- International Quality Ingredients. 2005. Product Specification: Fish Protein Hydrolysate. <http://www.IQI.com>. Diakses 16 November 2013.

- Johnson AH, Peterson MS. 1974. Encyclopedia of Food Technology. Westport Connecticut: The AVI Publ., Inc.
- Koesoemawardani D, Fibra N, dan Sri H. 2011. Proses Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan Rucah. *Jurnal Natur Indonesia*. vol 13 (3): 256-261.
- Kurniawan, Lestari S, Hanggita S. 2012. Hidrolisis Protein Tinta Cumi-cumi (*Loligo* sp) Dengan Enzim Papain. *Jurnal Fishtech*. vol 1 (1): 40-54.
- Laing and Jinks A. 1996. Flavor Perception Mechanism. vol 7: 387-389.
- Leiwakabessy J. 2011. Komposisi Kimia dan Identifikasi Senyawa Antioksidan dari Ekstrak Tambelo (*Bactronophorus thoracites*). [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Anwar LO dan Rosmawati. 2013. Analisis Komposisi Kimia Tambelo (*Bactronophorus* sp) yang Hidup Pada Tiga Spesies Mangrove di Sulawesi Tenggara. *Jurnal Hiopetesis: Jurnal Ilmu Pengetahuan Umum*. vol 5 (3) : 126- 134.
- Mayabubun. 2003. Persepsi Masyarakat Suku Kamoro Terhadap Tambelo *Bactronophorus thoracites* di Kabupaten Mimika. [Skripsi]. Jayapura: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Cenderawasih Jayapura.
- Palupi RA. 2008. Kepala Udang Sebagai Bahan Baku Flavor. *Food Review*. vol III (12): 26-27.
- Purbasari D. 2008. Produksi dan Karakterisasi Hidrolisat Protein Kerang Mas Ngur (*Atactodea striata*). [Skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Rawlings ND, Morton FR, Barret AJ. 2007. An Introduction to Peptidases and the MEROPS Database. Di dalam: Polaina J, MacCabe AP, editor. *Industrial Enzymes: Structure, Function and Application*. Netherlands: Springer.
- Reineccius G. 1981. Source Book of Flavor. Ed Ke-2. New York, London: Chapman and Hall.
- Shahidi F. 2002. Seafood. Quality Technology and Nutraceutical Application. Lincoln: Spinger.
- Suryaningrum TD, Tazwir dan Lina Y. 2009. Ekstraksi Flavour Enhancer Limbah Kepala Udang Windu (*Penaeus monodon*) Melalui Hidrolisis Enzim Papain dan Pelarut Garam. *Prosiding Seminar Nasional Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. hal 87-99.
- Syahrizal FSNA. 1991. Mikrobiologi Kecap Ikan yang Dibuat Secara Hidrolisis Enzimatis. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Syaputra D, Ibrahim B, Poernomo D. 2007. Produk Fermentasi Ikan Dari Cacing Kapal *Bactronophorus* sp. Segar. *Jurnal Sumberdaya Perairan*. vol 1:28-14.
- Syaputra D. 2007. Upaya Peningkatan Hasil Tangkapan Cacing Kapal *Bactronophorus* sp. dari Ekosistem Bakau. *Jurnal Akuatik* vol 2:1-5.
- Syaputra D, Ibrahim B, Putut TW. 2012. Karakteristik Glikogen Temilok (*Bactronophorus thoracites*) Bermutu Rendah Sebagai Ko-Presipitan Asam Deoksiribonukleat. *Jurnal Sumberdaya Perairan*. vol 6:12-34.
- Taylor AJ, Linforth RST. 1996. Flavor Release in The Mouth. *Trend food science Technol*. vol 2:444-447.
- Thaddee I, Lyraz I. 1990. Seafood flavorants produced by enzymatic hydrolysis. Alaska: *Proceedings of International By-Product Conference*. pp 197-201.
- Trindade Silva E, Machado-Ferreira E, Senra MVX, Vizzon VF, Yparraguirre LA, Leoncini OA. 2009. Physiological Traits of The Symbiotic Bacterium *Teredinibacter turnerae* Isolated from The Mangrove Shipworm *Neoteredo Reynei*. Sociedade Brasileira de Genética. *Genet. Mol. Biol*. vol 1:1.
- Turner RD. 1966. The Identification of Molluscan Borers. Report to the Governemnt of India. FAO 2155: 1-30.
- Turner RD. 1971. Identification of marine wood-boring molluscs. In : Jones E.B.G. and Eltringham, S.K., (Ed.) Paris: Marine borers, fungi and fouling organisms of wood, OECD. pp 17-64.

Waterbury JB, Calloway CB, Turner RD. 1983. A Cellulolytic Nitrogen Fixing Bacterium Cultured from The Gland of Deshayes in Shipworms. *Science*. vol 221:1401-1403.

Winarno FG. 1988. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: PT. Gramedia.

Winarno FG. 2008. Kimia Pangan dan Gizi. Bogor: M-Brio Press. hal 14-55.

Witono Y, Aulanni dan Achmad S. 2007. Karakterisasi Hidrolisat Protein Kedelai Hasil Hidrolisis Menggunakan Protease dari Tanaman Biduri. *Jurnal Penelitian Hayati*. vol 13 (7-13).