

Komposisi Kandungan Asam Amino Pada Teripang Emas (*Stichopus horens*) di Perairan Pulau Bintan, Kepulauan Riau

*Composition of Amino Acid in Golden Sea Cucumber (*Stichopus horrens*) in Bintan Island, Riau Islands*

Gianto, Made Suhandana*, R. Marwita Sari Putri

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjung Pinang, Kepulauan Riau

^{*)}Penulis untuk korespondensi: madesuhandana@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the amino acid composition contained in the golden sea cucumber so that it can be used as a basis for consideration, management, especially the development of sea cucumbers. Protein in sea cucumbers have complete amino acids, both essential amino acids and non-essential amino acids. The result of proximate test of golden sea cucumber has high protein content which is 95,14% and fat 0,20% compared to other sea cucumber type while the protein of sea cucumber is very low that is 1.78% and 1.54% ash. The highest content of dried sea cucumber amino acids in golden sea cucumber meat seen in glutamic acid of 6.6049%, 7.1769% glycine, aspartic acid 3.9227% and proline of 3.4189% while the results of wet sea cucumber amino acids have a low amino acid value with glutamic acid 0.2281%, Glycine 0.2308% and Alanin 0.2169%.

Keywords: amino acid, proximate, sea cucumber

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi asam amino yang terkandung pada teripang emas sehingga dapat dijadikan dasar pertimbangan, pengelolaan, pengembangan khususnya teripang. Protein pada teripang mempunyai asam amino yang lengkap, baik asam amino esensial maupun asam amino non esensial. Hasil uji proksimat penelitian teripang emas memiliki kadar protein yang sangat tinggi yaitu sebesar 95,14% dan lemak 0,20% dibandingkan dengan jenis teripang lainnya sementara protein teripang emas sangat rendah yaitu sebesar 1,78% dan abu 1,54%. Kandungan asam amino teripang kering tertinggi pada daging teripang emas terlihat di asam glutamat sebesar 6,6049%, glisin 7,1769%, asam aspartat 3,9227% dan prolin sebesar 3,4189% sementara hasil asam amino teripang basah memiliki nilai asam amino yang rendah dengan nilai asam glutamat 0,2281%, Glisin 0,2308% dan Alanin 0,2169%.

Kata kunci: Asam amino, proksimat, teripang emas

PENDAHULUAN

Teripang merupakan salah satu komoditas perikanan yang mempunyai prospek cukup baik dan bernilai ekonomis tinggi, baik di pasaran domestik maupun internasional (Darsono, 2007). Teripang adalah hewan invertebrata laut yang merupakan anggota hewan berkulit duri (Echinodermata) memiliki potensi ekonomi yang cukup besar karena mengandung berbagai bahan yang bermanfaat dan dapat dijadikan sebagai sumber protein

hewani, obat luka dan anti inflamasi. Teripang diketahui bermanfaat sebagai bahan baku obat karena banyak mengandung senyawa bioaktif. Beberapa senyawa yang telah berhasil diekstrak adalah saponin, teriperten glikosida, chondroitin sulphate, neuritogenic gangliosides, 12-methyltetradecanoic acid (12-MTA), dan lektin (Matranga, 2005; Mayer, Gustafson, 2008). Protein pada teripang mempunyai asam amino yang lengkap, baik asam amino esensial maupun asam amino non esensial.

Asam amino esensial adalah asam amino yang tidak dapat dibuat dalam tubuh dan harus diperoleh dari makanan sumber protein yang disebut juga asam amino eksogen. Asam amino seringkali disebut dan dikenal sebagai zat pembangun yang merupakan hasil akhir dari metabolisme protein (Ningsih, 2009). Asam amino non esensial adalah asam amino yang dapat dibuat dalam tubuh disebut juga asam amino endogen (Winarno 1997). Struktur asam amino secara umum adalah satu atom C yang mengikat empat gugus, yaitu gugus amina (NH₂), gugus karboksil (COOH), atom hidrogen H) dan satu gugus sisa (R atau residue) atau disebut juga gugus rantai samping yang membedakan satu asam amino dengan asam amino lainnya (Winarno 1997). Analisis asam amino ini sangat diperlukan, misalnya untuk menganalisis hasil industri seperti makanan, makanan temak, obat-obatan, juga untuk analisis cairan biologi dan hidrolisat protein (Rediatning, 1987).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi kimia dan komposisi asam amino yang terkandung pada teripang emas dalam bentuk basah dan kering.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan teripang emas yang berasal dari hasil tangkapan nelayan di Kabupaten Bintan, Provinsi Kepulauan Riau. Teripang emas dipreparasi di laboratorium Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: oven (Marmmer), *beker glass* (Pyrex), timbangan digital, desikator. *Ultra Performance Liquid Chromatography* (UPLC)

Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode *experimental laboratoris* dan data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

Prosedur kerja

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap mulai dari persiapan sampel, pengujian proksimat dan pengujian profil asam amino. Pengujian proksimat teripang emas dilakukan

berdasarkan SNI 1992-01-2891, sedangkan uji profil asam amino menggunakan metode *Ultra Performance Liquid Chromatography* (UPLC)

Persiapan sampel

Persiapan sampel dilakukan dengan pembersihan sisa kotoran dan jeoran pada teripang, kemudian dicuci bersih dan selanjutnya diteruskan pada tahap pengeringan teripang menggunakan oven pada suhu 600°C selama 24 jam sebagai sampel teripang kering dan pembersihan jeroan untuk sampel yang basah.

Uji Proksimat Sampel Teripang Emas (*Stichopus horens*)

Uji proksimat teripang emas terdiri dari Protein (%), Lemak (%), Abu(%), Air(%) dengan menggunakan metode SNI 1992-01-2891 yang diuji di laboratorium Saraswanti indo genetec bogor.

Analisis Komposisi Asam Amino (SIG 2013)

Pengujian asam amino dengan metode *Ultra Performance Liquid Chromatography* (UPLC) Analisis asam amino menggunakan UPLC terdiri beberapa tahap yaitu. Sampel ditimbang sebanyak 0.1 g dihancurkan dan dimasukkan ke tabung reaksi tertutup. Larutan sampel ditambah HCl 6 N sebanyak 5-10 mL, dihidrolisis dalam oven pada suhu 110°C selama 22 jam, lalu di dinginkan pada suhu kamar dan dipindahkan ke labu takar 500 mL. kemudian ditambahkan aquabides hingga tanda batas dan disaring dengan filter 0,45 µL dan dipipet 10 µL, tambahkan 70 µL AccQ Fluor Borat dan divortex. Kemudian ditambahkan 20 µL reagen Flour Adan divortek dan diamankan selama 1 menit dan di inkubasi selama 10 menit pada suhu 55°C. kemudian disuntik pada UPLC sebanyak 1 µL dengan kondisi kromotografi menggunakan kolom ACCQ-Tag Ultra C18, temperatur 49°C, fase gerak sistem komposisi gradient detektorm PDA, laju alir 0,7 µL/menit dan panjang gelombang 260 nm.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi analisis proksimat (air, abu, protein dan lemak), dan profil asam amino.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian proksimat, dan asam amino kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel Professional Plus 2013 dan dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proksimat Teripang Emas

Teripang emas memiliki kadar air yang sangat tinggi yaitu sebesar 95,14% dan lemak 0,20% dibandingkan dengan jenis teripang lainnya sementara protein teripang emas sangat rendah yaitu sebesar 1,78% dan abu 1,54%. Komposisi kimia daging teripang dapat dilihat pada Tabel 1.

Biota mengandung air dengan kadar yang berbeda-beda. Air dalam bahan pangan ada yang berada pada keadaan bebas (free water), terserap dalam matriks/jaringan

(adsorbed), atau terikat secara kimia (bound water). Air dalam pangan dinyatakan dalam bentuk kadar air dan aktivitas air. Kadar air menyatakan jumlah absolut air dalam bahan pangan dan biota perairan (Kusnandar 2010). Kadar air teripang berhubungan dengan morfologi teripang. Teripang merupakan biota perairan yang lunak. Tabel 1 menunjukkan kadar air dari beberapa teripang berkisar antara 80-95%. Kadar air yang tinggi pada daging teripang menunjukkan bahwa daging teripang memiliki tekstur yang lunak dan mudah lumer pada suhu ruang (Alhana 2015). Kadar air beberapa jenis teripang dalam keadaan kering berkisar antara 1-15% Jenis teripang tersebut antara lain *Stichopus herrmanni*, *Theleota ananas*, *Theleota anax*, *Holothuria fuscogilva*, *Holothuria fuscopunctata*, *Actinopyga mauritiana*, *Actinopyga caerulea* dan *Bobadschia argus* (Wen et al. 2010).

Tabel 1. Komposisi Kimia Teripang

No	Jenis Teripang	Komposisi Kimia (%)			
		Abu	Air	Protein	Lemak
1	Daging teripang emas (<i>Stichopus Horens</i>)	1,54	95,14	1,78	0,20
2	Daging teripang gamma (<i>Stichopus variegatus</i>) ^a	2,66	93,84	2,69	0,18

Sumber : ^aAlhana (2015)

Protein yang cukup besar memberikan nilai gizi yang cukup baik. Protein adalah sumber asam-asam amino yang berperan sebagai zat pembangun (Winarno 2008). Protein memiliki sifat fungsional dalam proses pengolahan pangan seperti emulsifier, pembentuk busa, pengental, dan pembentuk gel. Protein juga dapat berfungsi sebagai katalisator dalam bentuk enzim-enzim dalam sistem biologis (Kusnandar 2010). Kandungan protein pada daging teripang dikarenakan pada tubuh teripang sebagian besar tersusun dari kolagen yang berada pada jaringan otot sebesar 70%. Protein teripang yang terdapat pada daging diketahui kaya akan glisin, asam glutamat dan arginin (Bordbar et al. 2011). Protein beberapa jenis teripang dalam keadaan kering memiliki kadar protein dari 40-65%. Jenis teripang tersebut antara lain *Stichopus herrmanni*, *Theleota ananas*, *Theleota anax*, *Holothuria fuscogilva*, *Holothuria*

fuscopunctata, *Actinopyga mauritiana*, *Actinopyga caerulea* dan *Bobadschia argus* (Wen et al. 2010)

Kadar abu menunjukkan kandungan mineral yang terdapat pada daging teripang. Kadar abu pada teripang emas sebesar 1,54%. Lebih rendah jika dibandingkan dengan jenis teripang lain seperti *Stichopus variegatus* (Alhana 2015). Kadar abu basis kering pada beberapa jenis teripang berkisar antara 15-40%. Jenis teripang tersebut antara lain *Stichopus herrmanni*, *Theleota ananas*, *Theleota anax*, *Holothuria fuscogilva*, *Holothuria fuscopunctata*, *Actinopyga mauritiana*, *Actinopyga caerulea* dan *Bobadschia argus* (Wen et al. 2010)

Lemak dan minyak terdapat dalam hampir semua biota perairan dengan kandungan yang berbeda (Winarno 2008). Teripang emas merupakan biota perairan yang memiliki kandungan lemak sebesar 0,20%. Kandungan lemak pada teripang emas perlu dihilangkan untuk meningkatkan

kelarutan protein. Lemak dan minyak memiliki sifat tidak larut dalam air dan termasuk dalam kelompok lipid (Winarno 2008). Kadar lemak pada beberapa jenis teripang dalam keadaan kering berkisar antara 1-10%. Jenis teripang tersebut antara lain *Stichopus herrmanni*, *Thelenota ananas*, *Thelenota anax*, *Holothuria fuscogilva*, *Holothuria fuscopunctata*, *Actinopyga mauritiana*, *Actinopyga caerulea* dan *Bobadischia argus* (Wen *et al.* 2010).

Sroyraya *et al.* (2017) menyatakan *Holothuria scabra* mengandung protein (22.50% di seluruh tubuh dan 55.18% di dinding tubuh) dan lemak yang rendah (1.55% di seluruh bagian tubuh dan 1.02% di dinding tubuhnya). Widianingsih *et al.* (2016) menyebutkan Teripang *Paracaudina australis* memiliki kandungan protein yang tinggi (20.22 %), memiliki karbohidrat yang rendah (0.86 %), abu (2.58 %), lemak total (1.42 %) crude fiber (0.51 %) dan mengandung kadar air yang tinggi (74.92 %).

Asam Amino Teripang Emas

Asam amino merupakan komponen penyusun protein. Masing-masing asam amino berikatan melalui ikatan kovalen. Protein dapat dipecah menjadi unit yang lebih sederhana (asam amino) melalui proses hidrolisis (Nelson dan Cox 2004; Berg *et al.* 2002). Hasil analisis jenis dan kadar asam amino menunjukkan ada perbedaan antara teripang emas kering dan teripang emas basah. Perbedaan tersebut disebabkan oleh proses pengolahan dari bagian tubuh yang diuji. Protein pada teripang mempunyai asam amino yang lengkap, baik asam amino esensial maupun asam amino non esensial.

Pengolahan dapat mempengaruhi komponen kimia pada produk. Pengaruh yang terjadi dapat menaikkan atau menurunkan komposisi kimia. Akintola *et al.* (2013) menyebutkan pengasapan dapat meningkatkan konsentrasi alanin, treonin, tirosin, dan sistein dan menyebabkan rasa manis pada produk. Sampel dikeringkan mengalami peningkatan kadar asam amino histidin dan arginin. Isoleucine and methionine ditemukan dengan konsentrasi

tertinggi pada udang segar dan tidak dipengaruhi oleh pengasapan dan pengeringan. Lisin ditemukan dengan konsentrasi terendah pada produk kering. Hal ini disebabkan oleh panas yang diberikan pada produk.

Kandungan asam amino tertinggi pada daging teripang emas kering terlihat di asam glutamat sebesar 6.6049%, glisin 7.1769%, asam aspartat 3.9227% dan prolin sebesar 3.4189% sementara hasil asam amino teripang basah memiliki nilai asam amino yang rendah dengan nilai asam glutamat 0.2281%, Glisin 0.2308% dan Alanin 0.2169%. Asam amino yang terdapat pada teripang cukup lengkap dengan tiga asam amino terbesar adalah glycine, glutamic acid, dan proline. Asam lemak yang ditemukan pada teripang *H. scabra* adalah stearic acid and nervonic acid pada seluruh tubuhnya, dan di dinding tubuhnya ditemukan arachidonic acid and stearic acid. (Sroyraya *et al.* 2017). Profil asam amino teripang *Paracaudina australis* didominasi oleh asam glutamat ($1.06 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$), glisin ($0.85 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$), asam aspartat ($0.60 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$). Teripang *P. Australis* mengandung asam amino esensial seperti leucine, histidine, lysine, threonine, arginine, valine and isoleucine (Widianingsih *et al.* 2016).

Asam glutamat pada produk perikanan merupakan asam amino yang banyak ditemukan dan mampu memberikan citarasa pada makanan. Asam glutamat merupakan asam amino yang dapat memberikan rasa gurih. Gugus hidrogen pada asam glutamat dapat disubstansi dengan sodium sehingga membentuk monosodium glutamat yang memiliki intensitas rasa gurih yang tinggi sehingga banyak digunakan sebagai *flavor enhancer*. Asam glutamat banyak terdapat pada produk hewani seperti protein susu (21,7%), telur (12,5%), ayam (16,1%) dan daging sapi (13,5%) (Kusnandar 2010). Asam glutamat merupakan asam amino yang ditemukan pada beberapa produk perikanan seperti pepton jeroan ikan (Nurhayati *et al.* 2013) dan Hidrolisat ram horn (Kurbanoglu dan Algar 2002).

Tabel 2. Komposisi Asam Amino Teripang Emas (*Stichopus Horens*)

Jenis Asam Amino	Satuan	Asam amino	
		Berat Basah (%)	Berat Kering (%)
Esensial			
L-Histidin	%	0	0.4978
L-Theronin	%	0.0777	2.2304
L-Valin	%	0.0576	1.6181
L-Isoleusin	%	0.0441	1.3953
L-Fenilalanin	%	0.0435	1.4346
L-Arginin	%	0	3.3760
L-Leusin	%	0.0720	2.0856
L-Lisin HCL	%	0.0669	1.5623
Non Esensial			
L-Prolin	%	0.1139	3.4189
L-Tirosin	%	0.0381	1.2351
L-Asam aspartat	%	0.1419	3.9227
Glisin	%	0.2308	7.1769
L-Alanin	%	0.2169	2.5273
L-Asam glutamat	%	0.2281	6.6049
L-Serin	%	0	1.7189

Teripang emas memiliki kandungan asam amino glisin yang tinggi lebih banyak dibandingkan dengan kandungan asam glutamat. Teripang emas memiliki potensi yang baik digunakan sebagai bahan baku pembuat kolagen. Asam amino glisin mempunyai nilai yang dominan baik pada kolagen. Komposisi asam amino juga menentukan karakteristik kolagen yang dihasilkan (Nurhayati *et.al.*, 2013).

Kolagen merupakan salah satu makromolekul protein yang terdapat di *extracellular matrix* membran kulit, tulang, otot, ligamen, *cartilage*, dan jaringan penghubung lain. Kolagen diidentifikasi dan dikarakterisasi mengandung komponen asam amino dengan urutan Gly-X-Y secara berulang (dimana X umumnya proline and Y umumnya hydroxyproline). Kandungan asam amino dari *pepsin-solubilized collagen of Stichopus monotuberculatus* (PSC-Sm) adalah glisin (32.0%), asam glutamat (12.7%), alanin (9.2%), prolin (8.4%), and hydroxyproline (6.7%) (Zhong *et al.* 2015). Teripang emas memiliki potensi sebagai bahan baku pembuat kolagen karena memiliki kandungan

glisin (7,18%), asam glutamat (6,60%), prolin (3,42%), dan alanin (2,53%).

Peran dan manfaat masing masing asam amino ini berguna untuk kesehatan tubuh bagi makhluk hidup. Asam glutamat bermanfaat untuk menahan konsumsi alkohol berlebih, mempercepat penyembuhan luka pada usus, meningkatkan kesehatan mental serta meredakan depresi. Asam aspartat merupakan komponen yang berperan dalam biosintesis urea, precursor glukonik dan prekursor pirimidin. Selain itu asam aspartat bermanfaat untuk penanganan pada kelelahan kronis dan peningkatan energi (Linder 1992).

Glisin adalah asam amino yang dapat menghambat proses dalam otak yang menyebabkan kekakuan gerak seperti pada multiple sclerosis (Harli 2008). Prolin adalah asam amino yang gugus R-nya nonpolar dan bersifat hidrofobik. Prolin memiliki gugus amino yang bebas dan membentuk struktur aromatik. Asam amino ini dapat diperoleh dari hasil hidrolis kasein (Hawab 2007). Komponen-komponen asam amino dari teripang memiliki fungsi dalam regulasi imun. Sebagian besar (70%) dari protein dinding tubuh teripang terdiri dari kolagen (Saito *et al.*

2002). Asam amino pada umumnya larut dalam air dan tidak larut dalam pelarut organik non polar, yaitu eter, aseton, dan kloroform. Asam amino biasanya diklasifikasikan berdasarkan rantai samping tersebut menjadi empat kelompok. Rantai samping dapat membuat asam amino bersifat asam lemah, basa lemah, hidrofilik jika polar, dan hidrofobik jika non polar (Lehninger 1982).

Asam amino juga dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan akan nitrogen. Kebutuhan nitrogen pada fase eksponensial sangat tinggi sehingga pada fase ini pengurangan beberapa unsur asam amino dalam media akan signifikan. Selvarasu *et al.* (2008) menunjukkan bahwa serin, aspartat, dan glutamat merupakan asam amino yang sangat dibutuhkan oleh bakteri. Hasil ini terlihat dari tingkat konsumsi yang tinggi terhadap asam amino tersebut.

KESIMPULAN

Teripang emas memiliki kadar air yang sangat tinggi yaitu sebesar 95,14% dan lemak 0,20% dibandingkan dengan jenis teripang lainnya sementara protein teripang emas sangat rendah yaitu sebesar 1,78% dan abu 1,54%. Kandungan asam amino teripang emas memiliki nilai tertinggi pada asam amino non esensial yaitu asam aspartat, asam glutamat, glisin, prolin. Hal ini menunjukkan teripang basah maupun kering ini berpotensi sebagai bahan yang bisa digunakan untuk bidang farmasetikal maupun bidang makanan fungsional. Teripang emas memiliki potensi sebagai bahan baku pembuat kolagen dengan kandungan asam amino glisin (7,18%), asam glutamat (6,60%), prolin (3,42%), dan alanin (2,53%).

DAFTAR PUSTAKA

- Akintola SL, Brown A, Bakare A, Osowo OD, Bello BO. 2013. Effects of hot smoking and sun drying processes on nutritional composition of giant tiger shrimp (*Penaeus monodon*, Fabricius, 1798). *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 63(4): 227-237.
- Alhana. 2015. Ekstraksi dan karakterisasi kolagen dan nanokolagen dari daging teripang gamma (*Stichopus variegatus*). [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Berg JM, Tymoczko JL, dan Stryer L. 2002. *Biochemistry Fifth Edition*. New York: WH Freeman.
- Bordbar S, Anwar F, dan Nzamid S. 2011. High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional foods. A review. *Journal Marine Drugs* 9.
- Darsono P. 2007. Teripang (Holothuridea) kekayaan alam dalam keragaman biota laut. *Journal Oseana* 32: 1-10.
- Harli M. 2008. Asam amino esensial. <http://www.supamas.com>. [4 Oktober 2017].
- Hawab HM. 2007. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: Diadit Media.
- Kurbanoglu EB dan Algur OF. 2002. Use of ram horn hydrolisate as peptone for bacterial growth. *Turk J Biol* 26: 115-123.
- Kusnandar F. 2010. *Kimia Pangan : Komponen Makro*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Lehninger AJ. 1982. *Dasar-dasar Biokimia. Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Linder MC. 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaian secara Kimia*. Aminuddin P. Penerjemah. Jakarta: UI Press.
- Matranga V. 2005. *Echinodermata, Progress in Molecular and Subcellular Biology*. Springer. Jerman.
- Mayer AMS dan Gustafson KR. 2008. Marine Pharmacology in 2005-2006, Antitumor and Cytotoxic Compounds. *European Journal of Cancer* 44.
- Nelson DL dan Cox MM. 2004. *Lehninger Principles of Biochemistry*. New York: W. H. Freeman
- Ningsih P. 2009. Karakteristik protein dan asam amino kijing lokal (*Pilsbryconcha exilis*) dari Situ Gede, Bogor akibat proses pengukusan. [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nurhayati, Tazwir, dan Murniyati. 2013. Ekstraksi dan Karakterisasi Kolagen Larut Asam dari Kulit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Komunikasi Ringkas* 8(1): 1-8.
- Nurhayati T, Desniar, Suhandana M. 2013. Pembuatan pepton secara enzimatis

- menggunakan bahan baku jeroan ikan tongkol. *JPHPI* 16 (1): 1-11.
- Rediatning WS dan Nanny Karti H. 1987. Analisis asam amino dengan kromatografi cairan kinerja tinggi secara derivatisasi prakolom dan pascakolom. *Proceeding Institut Teknologi Bandung* 20: 1-2.
- Saito M, Kunisaki N, Urano N, dan Kimura, S. (2002). Collagen as the major edible component of sea cucumber (*Stichopus japonicus*). *Journal of Food Science* 67(4).
- Selvarasu S, Wei Ow DS, Lee SY, Lee MM, Weng Oh SK, Karimi IA, dan Lee DY. 2008. Characterizing *Escherichia coli* DH5 α growth and metabolism in a complex medium using genome-scale flux analysis. *Biotechnology and Bioengineering* 102: 923-934.
- Sroyraya M, Hanna PJ, Siangcham T, Tinikul R, Jattujan P, Poomtong T, dan Sobhon P. 2017. Nutritional components of the sea cucumber *Holothuria scabra*. *Functional Foods in Health and Disease* 7(3): 168-181.
- Wen J, Hu C, dan Fan S. 2010. Chemical composition and nutritional quality of sea cucumbers. *J Sci Food Agric* 2010; 90: 2469–2474.
- Widianingsih, Zaenuri M, Anggoro S, dan Kusumaningrum HPS. 2016. Nutritional value of sea cucumber (*Paracaudina australis* (Semper, 1868)). *Aquatic Procedia* 7: 271-276.
- Winarno FG. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Cetakan Kesembilan. Jakarta: Gramedia.
- Winarno FG. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Bogor: M-Brio Press.
- Zhong M, Chen T, Hu C, dan Ren C. 2015. Isolation and characterization of collagen from the body wall of sea cucumber *Stichopus monotuberculatus*. *Journal of Food Science* 80(4) : C671-C679.