

IDENTIFIKASI MOLEKULER, ANALISIS PROFIL ASAM AMINO, DAN ASAM LEMAK DARI BEBERAPA TERIPANG ASAL PERAIRAN INDONESIA

Molecular Identification, Amino Acid, and Fatty Acid Analysis of Sea Cucumbers from Indonesian Waters

Tiara S. Khatulistiani*, Gintung Patantis, dan Ariyanti S. Dewi

Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan,
Jl. KS Tubun, Petamburan VI, Jakarta Pusat, DKI Jakarta, 10260, Indonesia

*Korespondensi penulis : tiaraemerys@gmail.com

Diterima: 4 Mei 2021; Direvisi: 17 Agustus 2021; Disetujui: 28 Oktober 2021

ABSTRAK

Teripang merupakan komoditas penting di Indonesia yang bermanfaat bagi kesehatan, namun eksplorasi terhadap kandungan nutrisinya masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis, kandungan asam amino, dan asam lemak teripang segar asal perairan Indonesia. Sebanyak enam jenis teripang segar diperoleh dari berbagai lokasi yaitu Lampung, Gorontalo, Maluku Utara, dan Bali. Identifikasi spesies teripang dilakukan secara molekuler dengan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR), dan hasil sekuensing dibandingkan dengan basis data *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST). Analisis profil asam amino dan asam lemak berturut-turut dilakukan menggunakan *Ultra High-Performance Liquid Chromatography* (UPLC) dan *Gas Chromatography-Flame Ionization Detector* (GC-FID). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa teripang alolo, cera merah, lolosong, cera hitam, dan pasir berturut-turut adalah *Bohadschia marmorata*, *Holothuria edulis*, *H. impatiens*, *H. atra*, dan *H. scabra* (alam dan budidaya). Kandungan asam amino non esensial (AANE) pada keenam sampel teripang didominasi oleh glisina dan asam glutamat, sedangkan asam amino esensial (AAE) tertinggi adalah treonina. Total asam amino tertinggi pada *H. edulis* yaitu 8,87 g/100g. Nilai rasio lisina/arginina pada semua sampel teripang <1,00. Asam lemak total tertinggi pada *H. scabra* alam dan budidaya (0,41%). *H. atra*, *H. scabra* alam, dan *B. marmorata* didominasi oleh asam lemak jenuh (ALJ), sedangkan *H. scabra* budidaya, *H. edulis* dan *H. impatiens* didominasi oleh asam lemak tak jenuh ganda (ALTJG). Rasio ALTJG/ALJ pada *H. edulis*, *H. scabra* budidaya, dan *H. impatiens* >1,00, sedangkan pada *H. atra*, *H. scabra* alam, dan *B. marmorata* sebesar <1,00. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa *H. edulis* dan *H. impatiens* memenuhi persyaratan nutrasetika.

KATA KUNCI: teripang, asam amino, asam lemak, rasio lisina/arginina, rasio ALTJG/ALJ

ABSTRACT

*Sea cucumber is an important Indonesian commodity with various health benefits. However, the reports on their nutrition content are still limited. This study aimed to identify several Indonesian sea cucumbers and determine their amino acid and fatty acid profiles. The fresh sea cucumbers were obtained from Lampung, Gorontalo, North Maluku, and Bali. Species identification was carried out using Polymerase Chain Reaction (PCR) method. The sequencing results were matched to the Basic Local Alignment Search Tools (BLAST) database. The determination of amino acid and fatty acid contents was performed using Ultra-High-Performance Liquid Chromatography (UPLC) and Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID). Alolo, cera merah, lolosong, cera hitam, and pasir were identified as *Bohadschia marmorata*, *Holothuria edulis*, *H. impatiens*, *H. atra*, and *H. scabra* (wild and cultured), respectively. Non-essential amino acids (NEAA) in the samples were dominated by glycine and glutamic acid. The highest Essential Amino Acid (EAA) was threonine. *H. edulis* contained the highest total amino acid, i.e., 8.87 g/100 g. The lysine/arginine ratios in all samples were <1.00. The highest total fatty acid was wild and cultured *H. scabra* (0.41%). The fatty acids of *H. atra*, wild *H. scabra*, and *B. marmorata* were dominated by saturated fatty acid (SFA). In contrast, in the cultured *H. scabra*, *H. edulis*, and *H. impatiens* were dominated by polyunsaturated fatty acid (PUFA) and SFA. The PUFA/SFA ratio of *H. edulis* and *H. impatiens* was >1.00, while the *H. atra*, wild *H. scabra*, and *B. marmorata* were <1.00. Based on this result, it is concluded that *H. edulis* and *H. impatiens* are potential for nutraceutical ingredients.*

KEYWORDS: sea cucumber, amino acid, fatty acid, lysine/arginine ratio, PUFA/SFA ratio

PENDAHULUAN

Teripang merupakan komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis penting di Indonesia. Habitat teripang tersebar mulai dari barat hingga timur Indonesia seperti perairan Lampung, Jawa, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku hingga Papua (Tuwo & Conand, 1992). Melimpahnya teripang di perairan Indonesia menjadikannya sebagai eksportir teripang kering (*beche-de-mer*) terbesar di dunia. Teripang tersebut kebanyakan diekspor ke China dan Hongkong. Indonesia memiliki spesies teripang terbanyak yang termasuk dalam kategori komersial penting dibandingkan dengan negara eksportir teripang lainnya seperti Thailand, Vietnam, dan Filipina (Choo, 2008).

Berdasarkan data *Food and Agriculture Organization* (FAO), 21 spesies dari marga *Holothuria*, 5 spesies dari marga *Stichopus*, 4 spesies dari marga *Actinopyga* dan *Bohadschia*, dan 2 spesies dari marga *Thelenota* termasuk dalam spesies komersial penting di Indonesia (FAO, 2008). Meskipun Indonesia merupakan eksportir teripang terbesar di dunia, konsumsi teripang di Indonesia tidak sepopuler di Asia Timur. Masyarakat China percaya bahwa dengan mengkonsumsi teripang dapat menjaga kesehatan ginjal, menyembuhkan fistula, dan mempunyai efek afrodisiak. Karena manfaatnya yang beragam, teripang di Cina juga dikenal sebagai ginseng laut (Fabinyi, 2012).

Manfaat teripang untuk kesehatan telah banyak dilaporkan, seperti peptida sebagai antihipertensi (Dewi, Patantis, Fawzya, Irianto, & Sa'diah, 2020), saponin sebagai antiobesitas, antikanker, antitumor dan agen imunostimulan (Guo et al., 2016; Mohamed, Mahmoud, Soliman, & Fahmy, 2019; Nursid, Marraskuranto, & Chasanah, 2019; Nursid et al., 2021), kondroitin sulfat sebagai antikoagulan dan anti HIV (Huang et al., 2013; Wu et al., 2012), serta karotenoid sebagai antibakteri (Ibrahim, 2012). Kandungan metabolit primer lainnya seperti kandungan asam amino dan asam lemak teripang memiliki peranan penting terhadap proses metabolisme, seperti penyerapan nutrisi dan osmoregulasi (Susilowati, Pratitis, & Januar, 2017) dan sebagai bahan baku nutrasetika untuk mencegah berbagai macam penyakit kronis (Fawzya, Januar, Susilowati, & Chasanah, 2015).

Di Indonesia, teripang tersebar hampir di seluruh pesisir pantai dan dikenal dengan nama yang bervariasi. Misalnya teripang alolo, dikenal juga dengan sebutan olo-olo, kawasa, olok-olok, getah putih, pulut, benang, dan krido polos; lolosong dikenali juga sebagai pulut; cera merah mempunyai nama lain teripang dada, cera, perut, lakling merah, takling, batu

keling; cera hitam dikenal sebagai lakling hitam, coklat, hitam, dara, keling, dan cera; sedangkan pasir dikenal sebagai gosok, pasir, buang kulit, putih, dan kamboa (Setyastuti & Purwati, 2015). Perbedaan nama tersebut menyebabkan seringnya terjadi pelabelan yang salah dalam perdagangan teripang (Patantis, Dewi, Fawzya, & Nursid, 2019). Oleh karena itu, identifikasi teripang diperlukan untuk mengkonfirmasi jenisnya.

Sebagai metabolit primer, kandungan asam amino pada teripang tergolong tinggi namun rendah asam lemak. Kandungan asam amino dan asam lemak teripang dari perairan di Indonesia telah banyak dianalisis, seperti teripang *Actinopyga lecanora*, *Bohadschia argus*, *B. vitiensis*, *Holothuria fuscogilva*, *H. scabra*, dan *Paracaudina australis* (Amir et al., 2020; Aprianto et al., 2020; Fawzya et al., 2015; Widianingsih, Zaenuri, Anggoro, & Kusumaningrum, 2016). Berbagai jenis teripang yang berasal dari perairan Indonesia juga memiliki profil asam amino dan asam lemak yang beragam. Keberagaman tersebut disebabkan oleh perbedaan spesies, habitat, kondisi geografis, dan proses pengolahan (Fawzya et al., 2015; Gianto, Suhanda, & Putri, 2017; Susilowati et al., 2017; Tuwo, Tresnati, & Saharuddin, 2012). Berdasarkan hal tersebut di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis, kandungan asam amino, dan asam lemak teripang segar dari beberapa perairan di Indonesia yang belum pernah dilaporkan sebelumnya.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah teripang segar sebanyak 6 jenis yang berasal dari 4 perairan di Indonesia, yaitu teripang alolo dari Lampung, teripang lolosong dan cera merah dari Gorontalo, teripang cera hitam dari Maluku Utara, dan teripang pasir (alam dan budidaya) dari perairan Bali. Sampel diperoleh dari pengepul di daerah masing-masing tersebut. Teripang segar yang dikoleksi memiliki berat minimal 100 g dan/atau panjang minimal 10 cm. Khusus teripang pasir budidaya, sampel diperoleh dari Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan Gondol, Bali. Teripang segar dibersihkan isi perutnya terlebih dahulu, kemudian dimasukkan ke dalam *coolbox* dan dibekukan pada suhu -20°C sebelum dikirim ke Laboratorium Bioteknologi, Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Jakarta dalam waktu 24 jam. Teripang segar dijaga pada kondisi beku hingga proses analisis dilakukan.

Metode

Identifikasi secara molekuler

Identifikasi teripang dilakukan secara molekuler dengan target daerah *gen cytochrome oxidase subunit I* (COI). Daging teripang segar sebanyak 50 mg diekstraksi dengan *DNeasy tissue extraction kit* (Qiagen) yang telah dilakukan modifikasi untuk mendapatkan ekstrak DNA masing-masing spesimen. Sampel dihomogenisasi dengan 180 µL larutan *lysis buffer* kemudian diinkubasi pada suhu 56°C selama 12 jam. Gen COI diamplifikasi dengan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) menggunakan pasangan primer CO1e-F: 5-ATAATGATAGGAGGRTTTGG-3 dan CO1e-R: 5-GCTCGTGTRTCTACRTCCAT-3 (Patantis et al., 2019). Hasil amplifikasi PCR disekuensing di laboratorium *1st Base*, Malaysia. Sekuens kemudian dibandingkan dengan database menggunakan *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST) (Altschul et al., 2008).

Analisis Profil Asam Amino

Analisis profil asam amino dilakukan menggunakan metode Hewitson, Wheat dan Diehl (2007) dan metode Waters (2012) yang telah dimodifikasi. Internal standar disiapkan sebagai pembanding untuk menentukan konsentrasi asam amino teripang yang dianalisa. Persiapan sampel dilakukan dengan menimbang sampel sebanyak 0,1-1,0 g dan dimasukkan ke dalam vial 20 mL. Proses selanjutnya adalah hidrolisis menggunakan larutan HCl 0,1 M. Hidrolisat yang diperoleh dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambah ddH₂O hingga tanda tera lalu ditutup dan digojok agar homogen. Larutan hasil hidrolisis disaring menggunakan *syringe filter* 0,2 µm, filtrat kemudian ditambahkan internal standar *Waters Amino Acid Hydrolysis Standard* (Waters) (Hewitson et al., 2007).

Proses selanjutnya adalah derivatisasi sampel, yakni 10 µL sampel diencerkan dengan HCl 0,1 M dengan rasio 1:10, dinetralkan dengan 10 µL 0,1 M NaOH, kemudian diderivatisasi menggunakan 60 µL larutan *AccQ Fluor Borate* dan 20 µL *AccQ•Tag Ultra Reagent*. Sampel kemudian diinjeksikan ke sistem *Ultra Performance Liquid Chromatography* (UPLC) (Waters) dengan kondisi fasa gerak (A: 100% *AccQ•Tag Ultra* eluen A, B: 90:10 ddH₂O: *AccQ•Tag Ultra* eluen B, C: 100% ddH₂O, D: 100% *AccQ•Tag Ultra* eluen B), sistem pompa (gradien), laju alir 0,7 mL/menit, suhu kolom 49°C, tipe kolom *AccQ•Tag Ultra Column* (2,1 x 100 mm, 1,7 µm), dan detektor *Photo Diode Array* (PDA) (Waters, 2012). Konsentrasi asam amino dihitung menggunakan perbandingan

area analit dengan internal standar, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rasio standar} = \frac{A \text{ sampel}}{A \text{ IS}}$$

$$\text{Asam amino (g/100 g)} = \frac{\frac{\text{Rasio sampel}}{\text{Rasio standar}} \times \frac{C \text{ std}}{100000} \times \text{BM} \times V_a \times F_p}{W \text{ sampel atau } V \text{ sampel}} \times 10.000$$

Keterangan:

- A sampel : Luas area analit asam amino
- A IS : Luas area internal standar
- C std : Konsentrasi larutan standar asam amino (pmol/µL)
- BM : Berat molekul asam amino (g/mol)
- V_a : Volume akhir sampel (mL)
- F_p : Faktor pengenceran
- W sampel : Berat sampel (g)
- V sampel : Volume sampel (mL)

Analisis Profil Asam Lemak

Analisis profil asam lemak pada penelitian ini menggunakan metode pengujian Metil-Ester sesuai metode AOAC (2000). Preparasi diawali dengan menyimpan standar campur FAME C₆-C₂₄ ke dalam ampul kedap udara pada suhu 25°C, kemudian larutan FAME-C₆H₁₄ dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Larutan dilarutkan dengan C₆H₁₄ kemudian dihomogenkan. Larutan standar diencerkan menjadi beberapa konsentrasi dalam vial 2 mL. Ekstraksi sampel dilakukan dengan memasukkan 3-5 g daging teripang ke dalam tabung *falcon* 50 mL, kemudian ditambahkan 4 mL isoprofil alkohol, dan dihomogenisasi, lalu ditambah 6 mL heksana dan dihomogenisasi kembali. Proses homogenisasi dilakukan menggunakan *mechanical shaker* dengan kecepatan 450 g selama 5 menit. Larutan sampel kemudian ditambah 3 mL ddH₂O dan dihomogenisasi kembali, lalu disentrifugasi dengan kecepatan 4500 g selama 3 menit. Fase organik sampel pada lapisan atas dipindahkan ke dalam tabung ulir 10 mL, dan pelarut heksana diuapkan dengan gas N₂ pada suhu 50°C (AOAC, 2000), selanjutnya dilakukan proses metilasi.

Proses metilasi dilakukan dengan menambahkan 1,5 mL KOH 0,5 M ke dalam tabung ulir 10 mL yang telah diisi ekstrak lemak sampel. Larutan sampel kemudian dipanaskan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 20 menit, setelah itu didinginkan hingga suhu ruang (25-30°C). Selanjutnya, larutan sampel

ditambah 1,5 mL 20% BF₃ dalam metanol (v/v), dan dihomogenisasi. Sampel dipanaskan kembali dalam penangas air pada suhu 100°C selama 20 menit kemudian didinginkan sambil dikocok hingga suhu 30°C, kemudian ditambah 3 mL NaCl jenuh (6,1 M). Larutan sampel dipindahkan ke vial 2 mL yang berisi 1 g Na₂SO₄ dan diinkubasi selama 15 menit pada suhu 25-30°C. Larutan sampel diinjeksikan ke sistem Gas Chromatography-Flame Ionization Detector/GC FID (PerkinElmer) (AOAC, 2000). Kondisi GC FID adalah mode injeksi: split dengan volume injeksi 1,0 µL dan suhu Injeksi 240°C menggunakan kolom kapiler DB-FastFAME (Agilent) dan gas helium sebagai pembawa. Kondisi oven GC adalah gradien suhu 50-230°C dengan waktu analisis 24,67 menit pada suhu detektor 240°C, dengan aliran H₂ 30 mL/menit, dan aliran udara 300 mL/menit. Interpretasi hasil analisis dilakukan dengan membandingkan waktu retensi setiap komponen asam lemak dari sampel dengan waktu retensi setiap komponen standar. Persentase asam lemak di hitung menggunakan rumus sebagai berikut:

a. Asam lemak X (ALX) dalam Injeksi

$$\text{ALX dalam injeksi (\%)} = \frac{\text{Luas area komponen asam lemak}}{\text{Total luas area komponen asam lemak}} \times 100\%$$

b. Asam Lemak X (ALX) dalam Sampel

$$\text{ALX dalam sampel (\%)} = \frac{\sum \text{ALX dalam injeksi (\%)}}{\text{Kadar lemak (\%)}}$$

c. Total Asam Lemak

$$\text{Total Asam Lemak (\%)} = \text{ALJ (\%)} + \text{ALTJT (\%)} + \text{ALTJG (\%)}$$

Keterangan:

ALX = ALJ atau ALTJT atau ALTJG

Pengolahan Data

Analisis profil asam amino dan asam lemak dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode *One Way Anova* dan dilanjutkan dengan Uji Tukey untuk mengetahui signifikansi perbedaan antar sampel. Analisis data dilakukan dengan *software* SPSS 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Teripang

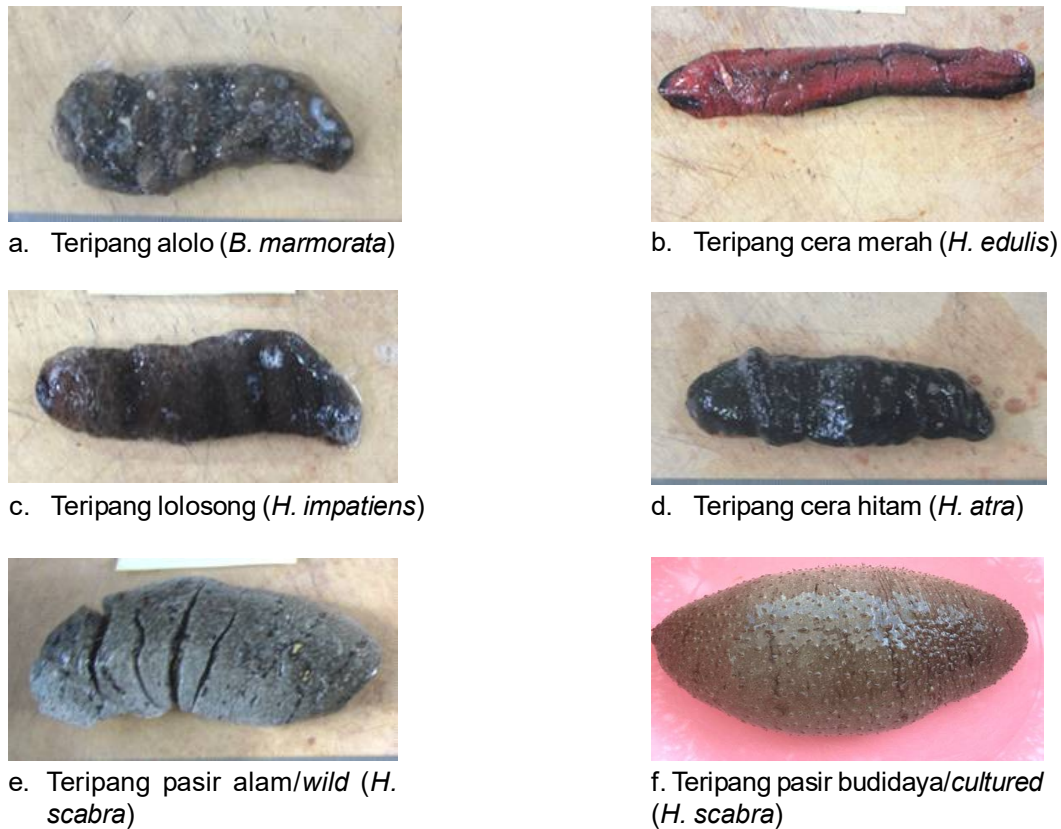
Hasil analisis BLAST terhadap sekuens PCR sampel teripang segar menunjukkan tingkat kesamaan 99% (Tabel 1). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa teripang alolo adalah *Bohadschia marmorata*, teripang cera merah sebagai *Holothuria edulis*, teripang lolosong merupakan *Holothuria impatiens*, teripang cera hitam adalah *H. atra*, dan teripang pasir alam dan budidaya sebagai *H. scabra*. Kenampakan teripang-teripang tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil identifikasi molekuler tersebut sesuai dengan identifikasi molekuler terhadap teripang kering dari perairan Boalemo, Gorontalo dan Pesawaran, Lampung (Patantis et al., 2019), kecuali teripang Lolosong yang pada penelitian tersebut belum dapat teridentifikasi hingga level spesies.

Profil Asam Amino Non Esensial (AANE) Teripang

Profil asam amino teripang yang dianalisis meliputi 8 jenis asam amino non-esensial (AANE). AANE tersebut adalah serina (Ser), asam glutamat (Glu Ac), alanina (Ala), arginina (Arg), glisina (Gly), asam aspartat (Asp Ac), tirosina (Tyr) dan prolina (Pro). AANE yang dominan pada spesies *H. atra*, *H. scabra*

Tabel 1. Hasil identifikasi teripang secara molekuler
Table 1. Sea cucumbers molecular identification results

Nama Lokal/ Local Name	Lokasi Sampling/ Sampling Location	Spesies/Species	Tingkat Kesamaan/ Similarity	Referensi NCBI/ NCBI Reference
Teripang alolo	Lampung	<i>Bohadschia marmorata</i>	99%	JN543464.1
Teripang cera merah	Gorontalo	<i>Holothuria edulis</i>	99%	EU848294.1
Teripang lolosong	Gorontalo	<i>Holothuria impatiens</i>	99%	GQ920687.1
Teripang cera hitam	Maluku Utara	<i>Holothuria atra</i>	99%	EU848244.1
Teripang pasir (alam/wild)	Bali	<i>Holothuria scabra</i>	99%	KP257577.1
Teripang pasir (budidaya/cultured)	Bali	<i>Holothuria scabra</i>	99%	KP257577.1



Gambar 1. Morfologi berbagai jenis teripang dari perairan Indonesia.
 Figure 1. The morphology of sea cucumbers (teripang) from Indonesian waters

budidaya, *B. marmorata*, *H. edulis*, dan *H. impatiens* adalah glisina dan asam glutamat ($p > 0,05$). Sementara itu, pada teripang *H. scabra* alam hanya didominasi oleh glisina ($p < 0,05$) (Tabel 2.). Kandungan AANE antar spesies menunjukkan bahwa glisina tertinggi ditemukan pada *H. atra*, *H. scabra* budidaya, dan *H. edulis*, dan terendah pada *B. marmorata* ($p < 0,05$), sedangkan kandungan asam glutamat tertinggi ditemukan pada *H. edulis* dan terendah pada *B. marmorata* ($p < 0,05$).

Profil AANE keenam sampel teripang sesuai dengan pernyataan Wen, Hu, dan Fan (2010) bahwa glisina merupakan asam amino yang dominan pada teripang *Actinopyga mauritiana*, *A. caerulea*, *B. argus*, *H. fuscogilva*, *H. fuscopunctata*, *Stichopus herrmanni*, *Thelenota ananas*, dan *T. anax*. Secara umum, glisina dan asam glutamat merupakan AANE yang paling dominan pada teripang, meskipun konsentrasinya berbeda-beda antar jenis (Chen, 2004; Rahael, Rahantoknam, & Hamid, 2019; Ridhowati & Asnani, 2015; Sroyraya et al., 2017). Misalnya, pada teripang *H. scabra* dan *H. impatiens* dari China yang memiliki kandungan glisina masing-masing 1,71 g/100g dan 1,00

g/100g serta asam glutamat 1,11 g/100g dan 0,98 g/100g (Chen, 2004).

Glisina dan asam glutamat memiliki peranan penting pada tubuh manusia. Asam amino glisina dapat mengontrol kerja hipotalamus dan kelenjar pituitari untuk melepaskan berbagai hormon pada tubuh manusia (Kasai, Suzuki, & Nakamura, 1980). Glisina banyak dimanfaatkan sebagai penyembuh luka, mencegah kerusakan jaringan tubuh, antioksidan, dan meningkatkan imunitas tubuh. Selain itu, glisina juga digunakan pada terapi penyakit yang diakibatkan oleh keabnormalan metabolisme tubuh seperti kanker, obesitas, dan penyakit kardiovaskular (Wang et al., 2013).

Asam glutamat diketahui sebagai sumber rasa 'umami' pada produk seafood. Asam amino ini banyak terkandung dalam udang, bulu babi, kepiting, abalon, dan lobster (Komata, 1990). Asupan glutamat pada kehidupan awal manusia sangatlah penting, karena berperan pada pembentukan sistem imun dan saluran cerna pada bayi yang baru lahir. Asam glutamat juga dilaporkan dapat meredakan gejala depresi (Kraal, Arvanitis, Jaeger, & Ellingrod, 2020; van Sadelhoff et al., 2018).

Profil Asam Amino Esensial (AAE) Teripang

Asam amino esensial (AAE) yang dianalisis pada penelitian ini adalah valina (Val), fenilalanina (Fen), lisina (Lis), isoleusina (Isoleu), leusina (Leu), treonina (Thre), dan histidina (His). Kandungan AAE tertinggi terdapat pada spesies *H. atra*, *H. scabra* alam dan *H. edulis* (Tabel 2), yaitu valina, leusina, dan treonina, namun konsentrasinya tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). AAE yang dominan pada *B. marmorata* adalah leusina dan treonina ($p > 0,05$), sedangkan pada *H. scabra* budidaya hanya mengandung treonina. Profil AAE antar spesies teripang yang dianalisis menunjukkan treonina merupakan asam amino yang paling dominan pada keenam spesies dibandingkan dengan AAE lainnya. Histidina merupakan AAE terendah pada keenam spesies teripang pada penelitian ini.

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Wen et al., (2010) yang melaporkan treonina adalah AAE yang paling dominan pada teripang *A. caerulea*, *A. mauritiana*, *B. argus*, *H. fuscogilva*, *H. fuscopunctata*, *S. herrmanni*, *T. ananas*, dan *T. anax*. AAE merupakan asam amino yang tidak dapat disintesis oleh tubuh manusia, sehingga asupannya diperoleh dari makanan atau suplemen. AAE memiliki berbagai peranan yang sangat penting bagi tubuh, misalnya treonina yang dapat mencegah steatosis (penumpukan lemak pada organ hati) serta mensintesis glisina untuk meningkatkan produksi kolagen, elastin, dan jaringan otot. Leusina, isoleusina, dan valina berperan untuk mengoksidasi jaringan otot. Leusina merupakan AAE yang paling mudah teroksidasi dibandingkan dengan valina dan isoleusina serta berfungsi untuk meningkatkan performa fisik tubuh (Mero, 1999). Histidina meskipun merupakan AAE yang konsentrasinya paling rendah pada teripang, namun memiliki peranan penting pada metabolisme mineral. Kekurangan histidina dapat menyebabkan defisiensi mineral dan enzim (Engelking, 2015).

Total Asam Amino, Rasio AAE/AANE, dan Rasio Lisina/Arginina

Pada penelitian ini, teripang *H. edulis* dan *H. atra* memiliki kandungan total asam amino tertinggi, yaitu masing-masing 8,87 g/100 g dan 8,00 g/100 g (Tabel 2), sedangkan *B. marmorata* memiliki kandungan total asam amino terendah, yakni 4,80 g/100 g ($p < 0,05$). *H. edulis* dan *H. atra* segar pada penelitian ini memiliki total asam amino yang lebih besar dibandingkan *Paracaudina australis* segar, yaitu 3,98 g/100 g (Widianingsih et al., 2016). Berdasarkan hasil analisis, total asam amino teripang segar dari spesies *H. edulis* dan *H. atra* lebih tinggi dibandingkan dengan teripang

H. scabra alam dan *H. scabra* budidaya ($p < 0,05$). Total asam amino *H. scabra* alam dan budidaya secara umum tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$).

Selain kandungan total asam amino, informasi nilai rasio AAE/AANE dan rasio lisina/arginina penting untuk diketahui. AAE/AANE pada nilai tertentu memiliki peranan sebagai antikolesterol dan mencegah penyakit kardiovaskular. Nilai rasio tersebut dapat dijadikan acuan kelayakan teripang sebagai bahan nutrasetika. Rasio AAE/AANE tertinggi terdapat pada *H. impatiens* (0,44) dan terendah pada *H. scabra* budidaya, *H. scabra* alam dan *B. marmorata* (0,28) ($p < 0,05$). Rasio AAE/AANE semua sampel teripang pada penelitian ini kurang dari 0,50, dengan rata-rata rasio 0,34. Rasio AAE/AANE pada penelitian ini selaras dengan rasio AAE/AANE *Holothuria* spp. dari China, yaitu 0,39 (Wen et al., 2010). Rasio AAE/AANE pada makanan yang dianjurkan adalah $> 1,00$, namun rasio AAE/AANE pada sumber makanan maksimal $\leq 0,90$ (Dioguardi, 2011). Berdasarkan hasil tersebut, maka rasio AAE/AANE teripang pada penelitian ini belum mencukupi kebutuhan harian tubuh, sehingga diperlukan tambahan diet dari sumber makanan lain agar rasio AAE/AANE nya meningkat. Mengonsumsi makanan dengan rasio AAE/AANE $> 1,00$ dilaporkan dapat mempercepat metabolisme sel, menginduksi apoptosis pada sel kanker, dan berperan terhadap perubahan komposisi tubuh yang berpengaruh terhadap berat badan (Dioguardi, 2011).

Selain rasio AAE/AANE, rasio lisina/arginina pada suatu bahan juga penting, karena berkaitan erat terhadap kemampuannya untuk menekan kadar kolesterol darah, yakni pada rasio $< 1,00$. Rasio lisina/arginina tertinggi terdapat pada *H. impatiens* (0,54) dan terendah pada *H. scabra* budidaya (0,24) (Tabel 2). Diet dengan rasio lisina/arginina 1,00 s/d 3,00 dilaporkan dapat mencegah infeksi virus herpes (cacar api) (Gaby, 2006), namun konsumsi makanan dengan rasio lisina/arginina lebih dari 1,00 secara terus menerus tidak direkomendasikan karena dapat meningkatkan kadar kolesterol pada tubuh. Untuk memenuhi kebutuhan harian, diet dengan rasio lisina/arginina $< 1,00$ lebih direkomendasikan karena bermanfaat sebagai hipokolesterolemik (penurun kadar kolesterol) dan dapat mencegah penyakit kardiovaskular (Brufau, Boatella, & Rafecas, 2006).

Diet dengan rasio lisina/arginina $< 1,00$ juga bermanfaat sebagai antiarteriogenesis (menghambat terbentuknya lemak pada dinding arteri jantung) dan memiliki aktivitas hipotensi bagi penderita hipertensi (Rajamohan & Kurup, 1990; Vallabha, Tapal, Sukhdeo, Govindaraju, & Tiku, 2016). Sebagai perbandingan dengan komoditas perikanan lainnya, rasio lisina/arginina pada ikan salmon atlantik, udang, ikan gabus,

Tabel 2. Profil Asam Amino Teripang Segar (berat basah)
 Table 2. Amino Acid Profiles of Fresh Sea Cucumbers (wet weight)

Asam Amino Non Esensial (AANE)/ Non Essential Amino Acid (NEAA) (g/100 g)	Teripang/Sea Cucumbers					
	<i>B. marmorata</i>	<i>H. edulis</i>	<i>H. impatiens</i>	<i>H. atra</i>	<i>H. scabra</i> alam/Wild <i>H. scabra</i>	<i>H. scabra</i> budidaya/ Cultured <i>H. scabra</i>
Serina/Serine	0.22 ± 0.02 ^{ab}	0.46 ± 0.06 ^{ab}	0.41 ± 0.02 ^b	0.38 ± 0.07 ^{ab}	0.25 ± 0.06 ^{ab}	0.31 ± 0.004 ^b
Asam Glutamat/ Glutamic Acid	0.76 ± 0.07^{Ad}	1.49 ± 0.26^{Cd}	1.14 ± 0.12^{Bd}	1.11 ± 0.3^{Bd}	0.79 ± 0.10^{Ae}	0.92 ± 0.21^{Ac}
Alanina/Alanine	0.46 ± 0.07 ^c	0.66 ± 0.15 ^{bc}	0.56 ± 0.04 ^{bc}	0.64 ± 0.19 ^{ab}	0.49 ± 0.07 ^{bc}	0.60 ± 0.09 ^b
Arginina/Arginine	0.41 ± 0.04 ^b	0.75 ± 0.15 ^{bc}	0.64 ± 0.04 ^c	0.76 ± 0.16 ^c	0.45 ± 0.11 ^{bc}	0.60 ± 0.03 ^c
Glisina/Glycine	0.88 ± 0.17^{Ad}	1.28 ± 0.25^{Bd}	0.98 ± 0.12^{Ad}	1.46 ± 0.41^{Bd}	0.97 ± 0.20^{Ae}	1.30 ± 0.01^{Bd}
Asam Aspartat/ Aspartic Acid	0.44 ± 0.04 ^c	0.79 ± 0.15 ^c	0.73 ± 0.09 ^c	0.72 ± 0.21 ^c	0.47 ± 0.06 ^{bc}	0.55 ± 0.16 ^{bc}
Tirosina/Tyrosine	0.11 ± 0.005 ^a	0.30 ± 0.09 ^{ab}	0.25 ± 0.02 ^{ab}	0.23 ± 0.03 ^a	0.13 ± 0.05 ^a	0.16 ± 0.008 ^a
Prolina/Proline	0.49 ± 0.09 ^c	0.68 ± 0.14 ^{bc}	0.55 ± 0.04 ^{bc}	0.70 ± 0.20 ^{ab}	0.52 ± 0.08 ^{cd}	0.66 ± 0.07 ^{bc}
Total AANE/ Total NEAA	3.76 ± 0.46^A	6.43 ± 0.94^B	5.26 ± 0.24^B	6.00 ± 1.47^B	4.06 ± 0.68^A	5.09 ± 0.48^A
Asam Amino Esensial (AAE)/ Essential Amino Acid (EAA) (g/100 g)	Teripang/ Sea Cucumbers					
	<i>B. marmorata</i>	<i>H. edulis</i>	<i>H. impatiens</i>	<i>H. atra</i>	<i>H. scabra</i> alam/ Wild <i>H. scabra</i>	<i>H. scabra</i> budidaya/ Cultured <i>H. scabra</i>
Fenilalanina/ Phenylalanine	0.10 ± 0.004 ^a	0.35 ± 0.16 ^a	0.32 ± 0.03 ^a	0.29 ± 0.03 ^a	0.13 ± 0.06 ^a	0.17 ± 0.01 ^{ab}
Isoleusina/ Isoleucine	0.12 ± 0.18 ^a	0.27 ± 0.52 ^a	0.27 ± 0.02 ^a	0.25 ± 0.05 ^a	0.13 ± 0.04 ^a	0.16 ± 0.02 ^a
Valina/Valine	0.18 ± 0.14^{Aa}	0.35 ± 0.04^{Ca}	0.33 ± 0.02^{Ba}	0.33 ± 0.06^{Ba}	0.19 ± 0.05^{Ab}	0.24 ± 0.03^{Ac}
Lisin/Lysine	0.13 ± 0.04 ^a	0.30 ± 0.03 ^a	0.34 ± 0.07 ^a	0.21 ± 0.06 ^a	0.14 ± 0.04 ^a	0.14 ± 0.06 ^a
Leusina/Leucine	0.20 ± 0.03^{Ac}	0.44 ± 0.08^{Cb}	0.44 ± 0.04^{Cb}	0.37 ± 0.07^{Bb}	0.22 ± 0.06^{Ac}	0.28 ± 0.03^{Ac}
Treonina/ Threonine	0.26 ± 0.01^{Ad}	0.54 ± 0.08^{Cb}	0.47 ± 0.01^{Bb}	0.48 ± 0.10^{Bb}	0.29 ± 0.07^{Ab}	0.38 ± 0.004^{Ad}
Histidina/Histidine	0.05 ± 0.01 ^a	0.19 ± 0.07 ^a	0.15 ± 0.02 ^a	0.09 ± 0.008 ^a	0.06 ± 0.02 ^a	0.07 ± 0.003 ^a
Total AAE/ Total EAA	1.04 ± 0.11^A	2.44 ± 0.44^C	2.33 ± 0.11^C	2.00 ± 0.33^B	1.16 ± 0.33^A	1.44 ± 0.12^B
Total Asam Amino/ Total Amino Acid	4.80 ± 0.43^A	8.87 ± 1.07^C	7.58 ± 2.16^B	8.00 ± 1.80^C	5.23 ± 0.95^A	6.53 ± 0.60^A
Rasio AAE/AANE/ EAA/NEAA ratio	0.28 ± 0.06^A	0.38 ± 0.08^B	0.44 ± 0.04^B	0.34 ± 0.03^B	0.28 ± 0.06^A	0.28 ± 0.01^A
Rasio Lisina/ Arginina/ Lysine/ Arginine ratio	0.33 ± 0.14^A	0.40 ± 0.04^A	0.54 ± 0.15^B	0.29 ± 0.10^A	0.30 ± 0.06^A	0.24 ± 0.11^A

Catatan/ Notes :

^{a-e} Huruf yang berbeda menunjukkan data antar asam amino pada satu spesies berbeda secara signifikan/ Different lowercase letter indicates amino acids in the same species was significantly different

^{A-C} Huruf yang berbeda menunjukkan data asam amino pada keenam spesies berbeda secara signifikan/ Different uppercase letters indicate that the amino acid across species was significantly different

Data yang ditebalkan adalah jenis asam amino yang dominan pada sampel yang diujikan/ The bold letters are the dominant amino acid in sea cucumber samples

rumpun laut hijau, dan abalon memiliki rasio lisina/arginina berturut turut 1,40; 1,02, 0,87; 0,78 dan 0,23 (Firlianty, Suprayitno, Nursyam, & Mustafa, 2013; Fox, Davis, Wilson, & Lawrence, 2006; Shi, Hao, Chen, Ma, & Weng, 2020; Wilson & Cowey, 1985; Wong & Cheung, 2001). Dengan rasio lisina/arginina <1,00 sampel teripang (*B. marmorata*, *H. edulis*, *H. impatiens*, *H. atra*, *H. scabra* alam, dan *H. scabra* budidaya) berpotensi sebagai sumber pangan untuk menurunkan kadar kolesterol dan tekanan darah, sehingga baik untuk kesehatan jantung.

Profil Asam Lemak Teripang

Profil asam lemak yang dianalisis pada penelitian ini adalah asam lemak tak jenuh ganda (ALTJG) atau *Polyunsaturated Fatty Acid* (PUFA), asam lemak tak jenuh tunggal (ALTJT) atau *Monounsaturated Fatty Acid* (MUFA), dan asam lemak jenuh (ALJ) atau *Saturated Fatty Acid* (SFA). Kandungan ketiga jenis asam lemak pada sampel teripang yang dianalisis tidak berbeda nyata ($p>0,05$) baik antar asam lemak pada satu spesies maupun antar spesies. Komposisi dan profil asam lemak dari keenam jenis teripang bervariasi, yaitu asam lemak tertinggi pada *H. atra*, *H. scabra* alam, dan *B. marmorata* adalah ALJ, sedangkan pada *H. scabra* budidaya, *H. edulis* dan *H. impatiens* adalah ALTJG (Tabel 3).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jenis asam lemak yang dominan pada sampel teripang yang berbeda jenis. Komposisi asam lemak yang berbeda antar jenis juga dilaporkan pada *H. atra*, *H. fuscogilva*, *H. leucospilota*, *H. scabra*, dan *T. ananas* yang didominasi oleh ALJ, sebaliknya, ALTJG mendominasi kandungan asam lemak pada *A. lecanora*, *B. argus*, dan *S. horrens* (Fawzya et al., 2015; Ridzwan, Hanita, Nurzafirah, Norshuhadaa, & Hanis, 2014). ALTJT dilaporkan juga dominan pada teripang *Bohadschia* sp. (Susilowati et al., 2017). Variasi kandungan asam lemak pada teripang dipengaruhi faktor habitat yang berkaitan dengan ketersediaan makanan, kondisi, dan temperatur lingkungan (Gosch, Magnusson, Paul, & Nys, 2012; Wen et al., 2010).

Hasil analisa total asam lemak teripang tertinggi ditemukan pada *H. scabra* alam dan *H. scabra* budidaya (0,41%), sedangkan total asam lemak terendah ditemukan pada *H. atra* (0,19%) ($p>0,05$). Kandungan asam lemak total tertinggi pada sampel penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan total asam lemak teripang *Paracaudina australis* segar yakni 0,21% (Widianingsih et al., 2016). Selain total asam lemak, informasi rasio ALTJG/ALJ asam lemak suatu bahan pangan penting untuk mengetahui potensi nutrisetiknya (HMSO, 1994). Berdasarkan *United*

Tabel 3. Profil Asam Lemak beberapa jenis Teripang segar
Table 3. Fresh Sea cucumbers Fatty Acid Profiles

Asam Lemak/ Fatty Acid (%)	Teripang/Sea Cucumbers					
	<i>B. marmorata</i>	<i>H. edulis</i>	<i>H. impatiens</i>	<i>H. atra</i>	<i>H. scabra</i> alam/ Wild <i>H. scabra</i>	<i>H. scabra</i> budidaya/ Cultured <i>H. scabra</i>
Asam Lemak Tak Jenuh Ganda (ALTJG)/ <i>Polyunsaturated Fatty Acid</i> (PUFA)	0.08 ± 0.06	0.11 ± 0.02	0.10 ± 0.03	0.03 ± 0.00	0.14 ± 0.04	0.20 ± 0.15
Asam Lemak Tak Jenuh Tunggal (ALTJT)/ <i>Monounsaturated Fatty Acid</i> (MUFA)	0.03 ± 0.03	0.02 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.06 ± 0.02	0.06 ± 0.02	0.05 ± 0.03
Asam Lemak Jenuh(ALJ)/ <i>Saturated Fatty Acid</i> (SFA)	0.09 ± 0.07	0.07 ± 0.04	0.09 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.21 ± 0.02	0.16 ± 0.11
Total Asam Lemak/ <i>Total Fatty Acid</i>	0.20 ± 0.16	0.20 ± 0.07	0.22 ± 0.04	0.19 ± 0.19	0.41 ± 0.03	0.41 ± 0.28
Rasio ALTJG/ALJ/ <i>PUFA/SFA ratio</i>	0.80 ± 0.24 ^A	1.57 ± 0.53 ^C	1.11 ± 0.28 ^B	0.30 ± 0.29 ^A	0.60 ± 0.27 ^A	1.25 ± 0.30 ^B

Catatan/ Notes:

Notasi huruf yang berbeda menunjukkan rasio ALTJG/ALJ antar spesies berbeda secara signifikan ($p<0,05$) / The different letters showed PUFA/SFA ratio between species were significantly different ($p<0.05$)

Kingdom Department Health (HMSO, 1994), rasio ALTJG/ALJ >0,40 cukup untuk memenuhi kebutuhan nutrisi harian. Sementara itu, untuk memenuhi persyaratan bahan baku nutrasetika, rasio ALTJG/ALJ yang dianjurkan adalah 1,00 -1,50 (HMSO, 1994; Susilowati et al., 2017). Pada penelitian ini, *H. edulis*, *H. scabra* budidaya dan *H. impatiens* memiliki rasio ALTJG/ALJ >1,00 dengan rasio tertinggi pada teripang *H. edulis* (1,57). Sebaliknya, *H. atra*, *H. scabra* alam, dan *B. marmorata* memiliki rasio ALTJG/ALJ <1,00 ($p < 0,05$). Sebagai perbandingan, rasio ALTJG/ALJ pada ikan salmon sebesar 1,00; udang 0,88; dan rumput laut hijau 0,50 (Larsen, Quek, & Eyres, 2010; Ortiz, 2006; Turan, Kaya, & Erdem, 2011). Berdasarkan rasio ALTJG/ALJ, *H. edulis*, *H. scabra*

budidaya, dan *H. impatiens* merupakan jenis teripang yang memenuhi persyaratan sebagai bahan baku nutrasetika.

Kandungan total asam lemak *H. scabra* alam dan budidaya memiliki nilai tertinggi dibanding sampel spesies lain dan tidak berbeda nyata antar keduanya. Namun demikian, *H. scabra* alam dan budidaya didominasi oleh jenis asam lemak yang berbeda, yaitu berturut-turut ALJ dan ALTJG. Perbedaan ini menyebabkan rasio ALTJG/ALJ antar keduanya menjadi berbeda secara signifikan ($p < 0,05$).

Berdasarkan perbandingan komposisi nutrisi antar beberapa spesies teripang yang di uji (Tabel 4), *H. edulis*, *H. atra*, dan *H. impatiens* memiliki profil asam amino terbaik dibandingkan spesies lainnya ($p < 0,05$).

Tabel 4. Perbandingan komposisi nutrisi antar beberapa spesies teripang
Table 4. Comparison of nutritional composition between cucumber species

Nutrisi/Nutrient	Spesies/ Species
Asam Glutamat/ Glutamic Acid	(<i>B. marmorata</i> = <i>H. scabra</i> alam/wild = <i>H.scabra</i> budidaya/cultured) < (<i>H. atra</i> = <i>H. impatiens</i>) < <i>H. edulis</i>
Glisina/Glycine	(<i>B. marmorata</i> = <i>H. scabra</i> alam/wild = <i>H. impatiens</i>) < (<i>H. edulis</i> = <i>H. scabra</i> budidaya/cultured = <i>H. atra</i>)
Valina/Valine	(<i>B. marmorata</i> = <i>H. scabra</i> alam/wild) < (<i>H.scabra</i> budidaya/cultured = <i>H. atra</i> = <i>H. impatiens</i>) < <i>H. edulis</i>
Leusina/Leucine	(<i>B. marmorata</i> = <i>H. scabra</i> alam/wild = <i>H.scabra</i> budidaya/cultured) < <i>H. atra</i> < (<i>H. edulis</i> = <i>H. impatiens</i>)
Treonina/Threonine	(<i>B. marmorata</i> = <i>H. scabra</i> alam/wild = <i>H. scabra</i> budidaya/cultured) < (<i>H. impatiens</i> = <i>H. atra</i>) < <i>H. edulis</i>
Total AANE/Total NEAA	(<i>B. marmorata</i> = <i>H. scabra</i> alam/wild = <i>H.scabra</i> budidaya/cultured) < (<i>H. impatiens</i> = <i>H. atra</i> = <i>H. edulis</i>)
Total AAE/Total EAA	(<i>B. marmorata</i> = <i>H. scabra</i> alam/wild) < (<i>H.scabra</i> budidaya/cultured = <i>H.atra</i>) < (<i>H. impatiens</i> = <i>H. edulis</i>)
Rasio Lisina/Arginina/ Lysine/Arginine Ratio	(<i>H. atra</i> = <i>H. scabra</i> alam/wild = <i>H. scabra</i> budidaya/cultured = <i>B. marmorata</i> = <i>H. edulis</i>) < <i>H. impatiens</i>
Rasio AAE/AANE / EAA/NEAA Ratio	(<i>B. marmorata</i> = <i>H. scabra</i> alam/wild = <i>H.scabra</i> budidaya/cultured) < (<i>H.atra</i> = <i>H. edulis</i> = <i>H. impatiens</i>)
ALTJG/PUFA	(<i>H. atra</i> = <i>B. marmorata</i> = <i>H. impatiens</i> = <i>H. edulis</i> = <i>H. scabra</i> alam/wild = <i>H.scabra</i> budidaya/cultured)
ALTJT/MUFA	(<i>H. edulis</i> = <i>B. marmorata</i> = <i>H. impatiens</i> = <i>H.scabra</i> budidaya/cultured = <i>H. scabra</i> alam/wild = <i>H. atra</i>)
ALJ/SFA	(<i>H. edulis</i> = <i>B. marmorata</i> = <i>H. impatiens</i> = <i>H. atra</i> = <i>H.scabra</i> budidaya/cultured = <i>H. scabra</i> alam/wild)
Total Asam Lemak/ Total Fatty Acid	(<i>H. atra</i> = <i>B. marmorata</i> = <i>H. edulis</i> = <i>H. impatiens</i> = <i>H.scabra</i> budidaya/cultured = <i>H. scabra</i> alam/wild)
Rasio ALTJG/ALJ/ PUFA/SFA Ratio	(<i>H. atra</i> = <i>H. scabra</i> alam/wild = <i>B. marmorata</i>) < (<i>H. impatiens</i> = <i>H.scabra</i> budidaya/cultured) < <i>H. edulis</i>

Catatan/ Notes:

- '=' : Menunjukkan tidak berbeda secara signifikan/means the data was not significantly different ($p > 0,05$)

- '<' : Menunjukkan data lebih kecil dan berbeda secara signifikan ($p < 0,05$)/means the data was lower and significantly different ($p < 0,05$)

Profil asam lemak tak jenuh terbaik terdapat pada *H. scabra* budidaya dan komposisinya didominasi oleh ALTJG ($p > 0,05$). Sementara itu, *H. impatiens* dan *H. edulis* memiliki kandungan total asam amino, rasio AAE/AANE, rasio lisina/arginina, dan rasio ALTJG/ALJ yang memenuhi persyaratan nutrasetika.

KESIMPULAN

Berdasarkan identifikasi molekuler, teripang alolo, cera merah, lolosong, cera hitam, dan pasir berturut-turut teridentifikasi sebagai *Bohadschia marmorata*, *Holothuria edulis*, *H. impatiens*, *H. atra*, dan *H. scabra*. *H. edulis*, *H. atra*, dan *H. impatiens* memiliki profil asam amino terbaik dibandingkan spesies lain, sedangkan profil asam lemak tak jenuh terbaik terdapat pada *H. scabra* budidaya yang didominasi oleh ALTJG. Berdasarkan total asam amino, rasio AAE/AANE, rasio lisina/arginina dan rasio ALTJG/ALJ, teripang *H. edulis* dan *H. impatiens* memenuhi persyaratan sebagai bahan baku nutrasetika. Sebagai riset lanjutan, perlu dilakukan identifikasi jenis-jenis asam lemak yang terkandung pada masing-masing teripang segar untuk memudahkan aplikasinya sebagai bahan nutrasetika.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan menggunakan dana dari DIPA Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan tahun 2018, 2019 dan 2020, dengan Nomor SP DIPA-032.12.2.403835. Ucapan terimakasih juga ditujukan kepada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut, Gondol, Bali.

DAFTAR PUSTAKA

Altschul, S. F., Madden, T. L., Schaffer, A. A., Zhang, J., Zhang, Z., Miller, W., & Lipman, D. J. (2008). The universal protein resource (UniProt)\rGapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Res*, 25(17), 3389–3402. doi: 10.1093/nar/25.17.3389

Amir, N., Aprianto, R., Kasmianti, Matusalach, Fahrul, Syahrul, ... Tresnati, J. (2020). Processing and quality characteristics sea cucumber *Bohadschia vitiensis* at Kambuno Island in Sembilan Islands, Bone Gulf, South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1–9. doi: 10.1088/1755-1315/564/1/012047

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2000). AOAC Official Method 969.33. *AOAC International*.

Aprianto, R., Amir, N., Kasmianti, Matusalach, Fahrul, Syahrul, ... Tuwo, A. (2020). Bycatch sea cucumber

Holothuria scabra processing and the quality characteristics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1–9.

Brufau, G., Boatella, J., & Rafecas, M. (2006). Nuts: Source of energy and macronutrients. *British Journal of Nutrition*, 99(2), 447–448. doi: 10.1017/bjn20061860

Chen, J. (2004). Present status and prospects of sea cucumber industry in China. In *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

Choo, P. (2008). The Philippines : a hotspot of sea cucumber fisheries in Asia. *Sea Cucumbers: A Global Review of Fisheries and Trade (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper)*.

Dewi, A. S., Patantis, G., Fawzya, Y. N., Irianto, H. E., & Sa'diah, S. (2020). Angiotensin-Converting Enzyme (ACE) Inhibitory Activities of Protein Hydrolysates from Indonesian Sea Cucumbers. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 26, 2485–2493. doi: 10.1007/s10989-020-10035-5

Dioguardi, F. S. (2011). Clinical use of amino acids as dietary supplement: Pros and cons. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, pp. 75–80. doi: 10.1007/s13539-011-0032-8

Engelking, L. R. (2015). Textbook Of Veterinary Physiological Chemistry (3rd ed.). In *Oxford, UK: Elsevier, Academic Press*.

Fabinyi, M. (2012). Historical, cultural and social perspectives on luxury seafood consumption in China. *Environmental Conservation*, 39(1), 83–92. doi: 10.1017/S0376892911000609

Food and Agriculture Organization (FAO). (2008). Sea cucumbers: A Global Review of Fisheries and Trade. In *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 516*.

Fawzya, Y. N., Januar, H. I., Susilowati, R., & Chasanah, E. (2015). Chemical Composition and Fatty Acid Profile of Some Indonesian Sea Cucumbers. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 10(1), 27–34. doi: 10.15578/squalen.v10i1.118

Firlanty, Suprayitno, E., Nursyam, H., & Mustafa, A. (2013). Chemical composition and amino acid profile of Channidae collected from Central Kalimantan , Indonesia. *International Journal of Science and Technology*, 2(4), 25–29.

Fox, J. M., Davis, D. A., Wilson, M., & Lawrence, A. L. (2006). Current Status of Amino Acid Requirement Research with Marine Penaeid Shrimp. *Avances En Nutrición Acuicola VIII*, 182–196.

Gaby, A. R. (2006). Natural remedies for *Herpes simplex*. *Alternative Medicine Review*, 11(2), 93–101.

Gianto, Suhanda, M., & Putri, M. (2017). Komposisi kandungan asam amino pada Teripang Emas (*Stichopus horens*) di Perairan Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 6(2), 186–192. doi: 10.36706/fishtech.v6i2.5850

Gosch, B. J., Magnusson, M., Paul, N., & Nys, R. (2012). Total lipid and fatty acid composition of seaweeds

- for the selection of species for oil-based biofuel and bioproducts. *GCB Bioenergy*, 4, 919–930. doi: 10.1111/j.1757-1707.2012.01175.x
- Guo, L., Gao, Z., Zhang, L., Guo, F., Chen, Y., Li, Y., & Huang, C. (2016). Saponin-enriched sea cucumber extracts exhibit an antiobesity effect through inhibition of pancreatic lipase activity and upregulation of LXR- α signaling. *Pharmaceutical Biology*, 54(8), 1312–1325. doi: 10.3109/13880209.2015.1075047
- Hewitson, H. B., Wheat, T. E., & Diehl, D. M. (2007). Amino acid analysis of pure protein hydrolysates with Waters UPLC Amino Acid Analysis Solution (Application Note No. 720002404EN).
- Her Majesty's Stationery Office (HMSO). (1994). *Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease*. London.
- Huang, N., Wu, M. Y., Zheng, C. B., Zhu, L., Zhao, J. H., & Zheng, Y. T. (2013). The depolymerized fucosylated chondroitin sulfate from sea cucumber potently inhibits HIV replication via interfering with virus entry. *Carbohydrate Research*, 380, 64–69. doi: 10.1016/j.carres.2013.07.010
- Ibrahim, H. A. H. (2012). Antibacterial carotenoids of three *Holothuria* species in Hurghada, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38(3), 185–194. doi: 10.1016/j.ejar.2013.01.004
- Kasai, K., Suzuki, H., & Nakamura, T. (1980). Glycine stimulates growth hormone release in man. *Acta Endocrinologica*, 93(3), 283–286. doi: 10.1530/acta.0.0930283
- Komata, Y. (1990). Umami taste of seafoods. *Food Reviews International*, 6(4), 457–487. doi: 10.1080/87559129009540887
- Kraal, A. Z., Arvanitis, N. R., Jaeger, A. P., & Ellingrod, V. L. (2020). Could dietary glutamate play a role in psychiatric distress?. *Neuropsychobiology*, 79(1), 13–19. doi: 10.1159/000496294
- Larsen, D., Quek, S. Y., & Eyres, L. (2010). Effect of cooking method on the fatty acid profile of New Zealand King Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Food Chemistry*, 119(2), 785–790. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.07.037
- Mero, A. (1999). Leucine supplementation and intensive training. *Sports Medicine*, 27(6), 347–358. doi: 10.2165/00007256-199927060-00001
- Mohamed, A. S., Mahmoud, S. A., Soliman, A. M., & Fahmy, S. R. (2019). Antitumor activity of saponin isolated from the sea cucumber, *Holothuria arenicola* against ehrlich ascites carcinoma cells in swiss albino mice. *Natural Product Research*, 1–5. doi: 10.1080/14786419.2019.1644633
- Nursid, M., Marraskuranto, E., & Chasanah, E. (2019). Cytotoxicity and Apoptosis Induction of Sea Cucumber *Holothuria atra* Extracts. *Pharmacognosy Research*, 11(1), 41–46. doi: 10.4103/pr.pr_3_18
- Nursid, M., Patantis, G., Dewi, A. S., Achmad, M. J., Sembodo, P. M., & Estuningsih, S. (2021). Immunostimulatory activity of *Holothuria atra* sea cucumber. *Pharmacia*, 68, 121–127. doi: 10.3897/pharmacia.68.e58820
- Ortiz, J. (2006). Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry*, 99(1), 98–104. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.07.027
- Patantis, G., Dewi, A. S., Fawzya, Y. N., & Nursid, M. (2019). Identification of beche-de-mers from Indonesia by molecular approach. *Biodiversitas*, 20(2), 537–543. doi: 10.13057/biodiv/d200233
- Rahael, K. P., Rahantoknam, S. P. T., & Hamid, S. K. (2019). The amino acid of sandfish sea cucumber (*Holothuria scabra*): dry method with various feeding enzyme. *Journal of Physics: Conference Series*, 1424(1), 0–6. doi: 10.1088/1742-6596/1424/1/012005
- Rajamohan, T., & Kurup, P. A. (1990). Antiatherogenic effect of a low lysine: arginine ratio of protein involves alteration in the aortic glycosaminoglycans and glycoproteins. *Journal of Biosciences*, 15(4), 305–311. doi: 10.1007/BF02702672
- Ridhowati, S., & Asnani, A. (2015). Profil Asam Amino dan Asam Lemak Pada Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) Olahan Belitung. *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 16(2), 20–27.
- Ridzwan, B. H., Hanita, M. H., Nurzafirah, M., Norshuhadaa, M. P. S., & Hanis, Z. F. (2014). Free fatty acids composition in lipid extracts of several sea cucumbers species from Malaysia. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 4(3), 203–207. doi: 10.7763/IJBBB.2014.V4.340
- Setyastuti, A., & Purwati, P. (2015). Species list of Indonesian teripang. *SPC Beche-de-mer. Inf Bull*, 35, 19–25.
- Shi, L., Hao, G., Chen, J., Ma, S., & Weng, W. (2020). Nutritional evaluation of Japanese abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) muscle: Mineral content, amino acid profile and protein digestibility. *Food Research International*, 129. doi: 10.1016/j.foodres.2019.108876
- Sroyraya, M., Hanna, P. J., Siangcham, T., Tinikul, R., Jattujan, P., Poomtong, T., & Sobhon, P. (2017). Nutritional components of the sea cucumber *Holothuria scabra*. *Functional Foods in Health and Disease*, 7(3), 168–181. doi: 10.31989/ffhd.v7i3.303
- Susilowati, R., Pratitis, A., & Januar, H. I. (2017). Composition of fatty acids in evaluation of sea cucumber potency for nutraceutical product development. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 11(2), 69–74. doi: 10.15578/squalen.v11i2.238
- Turan, H., Kaya, Y., & Erdem, M. E. (2011). Proximate composition, cholesterol, and fatty acid content of brown shrimp (*Crangon crangon* L. 1758) from Sinop region, Black Sea. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 20(1), 100–107. doi: 10.1080/10498850.2010.526753
- Tuwo, A., & Conand, C. (1992). Developments in beche-de-mer production in Indonesia during the last decade. *SPC Beche-de-Mer Information Bulletin*, 4, 1–5.
- Tuwo, A., Tresnati, J., & Saharuddin. (2012). Analysis of growth of sandfish *Holothuria scabra* cultured at different cultivated habitat. *The Proceedings of The*

- 2nd Annual International Conference Syiah Kuala University 2012 & The 8th IMT-GT Uninet Biosciences Conference Banda Aceh, 22-24 November 2012.
- Vallabha, V. S., Tapal, A., Sukhdeo, S. V., Govindaraju, K., & Tiku, P. K. (2016). Effect of arginine:lysine ratio in free amino acid and protein form on L-NAME induced hypertension in hypercholesterolemic Wistar rats. *RSC Advances*, 6(77), 73388–73398.
- van Sadelhoff, J. H. J., Mastorakou, D., Weenen, H., Stahl, B., Garssen, J., & Hartog, A. (2018). Short communication: Differences in levels of free amino acids and total protein in human foremilk and hindmilk. *Nutrients*, 10(12), 1828. doi: 10.3390/nu10121828
- Wang, W., Wu, Z., Dai, Z., Yang, Y., Wang, J., & Wu, G. (2013). Glycine metabolism in animals and humans: Implications for nutrition and health. *Amino Acids*, 45(3), 463–477. doi: 10.1007/s00726-013-1493-1
- Waters. (2012). Acquity UPLC H-class and H-class bio amino acid analysis. *Acquity UPLC H-Class and H-Class Bio Amino Acid Analysis*, 4–9.
- Wen, J., Hu, C., & Fan, S. (2010). Chemical composition and nutritional quality of sea cucumbers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 2469–2474. doi: 10.1002/jsfa.4108
- Widianingsih, Zaenuri, M., Anggoro, S., & Kusumaningrum, H. P. S. (2016). Nutritional value of sea cucumber [*Paracaudina australis* (Semper, 1868)]. *Aquatic Procedia*, 7, 271–276. doi: 10.1016/j.aqpro.2016.07.038
- Wilson, R. P., & Cowey, C. B. (1985). Amino acid composition of whole body tissue of rainbow trout and Atlantic salmon. *Aquaculture*. 48, 373–376. doi: 10.1016/0044-8486(85)90140-1
- Wong, K. H., & Cheung, P. C. K. (2001). Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part II. In vitro protein digestibility and amino acid profiles of protein concentrates. *Food Chemistry*, 72(1), 11–17. doi: 10.1016/S0308-8146(00)00176-X
- Wu, M., Huang, R., Wen, D., Gao, N., He, J., Li, Z., & Zhao, J. (2012). Structure and effect of sulfated fucose branches on anticoagulant activity of the fucosylated chondroitin sulfate from sea cucumber *Thelenata ananas*. *Carbohydrate Polymers*, 87(1), 862–868. doi: 10.1016/j.carbpol.2011.08.082