

Determination of Micro Minerals of Several Species of Sea Urchins from Samboang Waters as Functional Food Candidates

(Penentuan Mineral Mikro Beberapa Spesies Bulu Babi (Sea Urchin) Asal Perairan Samboang sebagai Kandidat Pangan Fungsional)

Lucky Hartanti¹, Warsidah², Shifa Helena², Tahirah³, Irwan⁴

¹Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak

²Prodi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak

³Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Islam Makassar, Makassar

⁴Program Studi Ilmu Kelautan, FKP Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: lucky.hartant@faperta.untan.ac.id

Manuscript received: 04 Mar 2024. Revision accepted: 23 Mar. 2024

Abstract

Functional foods are foods that can be consumed with additional health benefits beyond their basic function as an energy source. The search for food sources from the sea is increasing, with many discoveries of active compounds from marine organisms. This research aims to determine the micromineral content of iron (Fe), zinc (Zn), and iodine (I) in several species of sea urchins in the coastal waters of Samboang Bulukumba. The results of this research can be a basis for utilizing this biota as a functional food. This laboratory research uses micromineral measurement instruments, for example, Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) for Fe and Zn, while for iodine minerals using High Performed Liquid Chromatography (HPLC) instruments. In this study, 2 types of sea urchins were found which were identified as *Diadema cytosum* and *Tripneustes gratilla*. The results of measuring the water content and ash content of the gonads of the two sea urchins were 77.32% and 1.15% for *Diadema cytosum* and 72.22% and 2.09% for *Tripneustes gratilla*. The results of measuring the levels of micro minerals Fe, Zn, and Iodine were respectively 115.24 ppm, 31.44 ppm and 16.71 ppm for *Diadema cytosum* and 150.75 and 27.27 ppm 21.21 ppm for *Tripneustes gratilla*.

Keywords: functional food, AAS, HPLC, *Diadema cytosum*, *Tripneustes gratilla*

Abstrak

Pangan fungsional adalah makanan yang dapat dikonsumsi dengan manfaat kesehatan tambahan di luar dari fungsi dasarnya sebagai sumber energi. Pencarian sumber pangan dari laut semakin meningkat, dengan banyaknya penemuan senyawa-senyawa aktif dari organisme laut. Penelitian ini bertujuan menentukan kandungan mikro mineral besi (Fe), seng (Zn) dan yodium (I) dalam beberapa spesies bulu babi di perairan pantai Samboang Bulukumba. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam memanfaatkan biota tersebut sebagai pangan fungsional. Penelitian laboratorium ini menggunakan instrumen pengukuran mineral mikro misalnya dengan penggunaan *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS) untuk Fe dan Zn, sedangkan untuk mineral yodium menggunakan instrumen *High Performed Liquid Chromatography* (HPLC). Dalam penelitian ini ditemukan 2 jenis bulu babi yang teridentifikasi sebagai *Diadema sitosum* dan *Tripneustes gratilla*. Hasil pengukuran kadar air dan kadar abu gonad kedua bulu babi tersebut diperoleh 77.32% dan 1.15% untuk *Diadema sitosum* dan sebesar 72.22% dan 2.09% untuk *Tripneustes gratilla*. Hasil pengukuran kadar mineral mikro Fe, Zn dan Yodium masing-masing adalah sebesar 115.24 ppm, 31.44 ppm dan 16.71ppm untuk *Diadema sitosum* dan 150.75 dan 27.27 ppm 21.21 ppm untuk *Tripneustes gratilla*.

Kata kunci : pangan fungsional, AAS, HPLC, *Diadema sitosum*, *Tripneustes gratilla*

PENDAHULUAN

Sumber daya perairan laut Indonesia berpotensi meningkatkan perekonomian

negara. Sebagai negara kepulauan, bergaris Pantai terpanjang kedua di dunia dan letak yang strategis di antara dua benua menjadikan perairan laut Indonesia

memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi meliputi ekosistem utama yaitu terumbu karang yang luas, hutan mangrove hampir di sepanjang garis pantai serta padang lamun yang tersebar di seluruh perairan. Ekosistem utama dan ekosistem pendukung lainnya menyediakan habitat bagi berbagai spesies laut, termasuk ikan, moluska, krustasea, dan biota laut lainnya, yang potensial digunakan sebagai bahan pangan dan menjadi salah satu komoditas unggulan untuk industri baik yang berskala kecil maupun besar. Industri perikanan meliputi penangkapan ikan, budidaya ikan, serta pengolahan dan pemasaran produk perikanan.

Penelusuran sumber pangan fungsional dari perairan laut semakin banyak diminati saat ini. Pangan fungsional makanan tidak hanya memberikan nutrisi dasar, tetapi juga memiliki manfaat tambahan bagi kesehatan manusia di luar kebutuhan dasar (Yuniastuti., (2014). Makanan fungsional dari hasil laut diantaranya adalah ikan, ganggang, moluska, krustasea, dan berbagai jenis organisme laut lainnya. Pangan bersumber dari laut memiliki kandungan gizi yang berfaedah besar dalam meningkatkan derajat kesehatan (Larsen et al., 2011). Beberapa senyawa fungsional dari biota laut telah dilaporkan terutama ikan antara lain adalah ω -3 (PUFA), kalsium dari tulang ikan serta vitamin D dan karotenoid. Kebutuhan mengkonsumsi makanan fungsional bagi masyarakat berkembang begitu cepat, yang memunculkan inovasi baru dalam produksi pangan fungsional, sebagian di antaranya telah diproduksi secara massal terutama dalam usaha meningkatkan imunitas tubuh (Calder, 2020). Menurut Virralluel-Lopez et al. (2017), nutrisi makanan sangat berefek terhadap pertahanan dan peningkatan sistem imunitas tubuh sehingga tidak rentan terpapar oleh penyakit. Kecukupan konsumsi zat gizi makro dan mikro dapat mampu mengaktifkan dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh.

Sea Urchin (Bulu Babi Laut) adalah salah satu biota laut yang umum dijumpai di perairan subtropis dan tropis seluruh dunia. Suryanti dan Ruswahyuni (2014)

menyatakan bahwa kelas Echinoidea dari filum Echinodermata ini kebanyakan hidup pada ekosistem terumbu karang, dengan jenis pasir berbatu ataupun substrat batu berpasir, juga kadang-kadang ditemukan di kawasan padang lamun. Budiman et al (2014) juga melaporkan kepadatan populasi dari *Sea urchin* banyak ditemukan di wilayah sekitar terumbu karang. Firmandana et al (2014) melaporkan sebaran sea urchin di Pantai Sundak terdapat beberapa spesies yaitu *Stomopneustus* sp., dan beberapa jenis *Echinometra* sp. ditemukan melimpah pada ekosistem karang dan beberapa di antaranya juga ditemukan pada ekosistem lamun. Selanjutnya Afifa et al (2018) melaporkan bahwa perairan Menjangan hanya ditemukan *Diadema setosum* yang hidup mengelompok maupun regluar di wilayah sekitar karang. Sea urchin memiliki kecenderungan hidup pada wilayah dengan kedalaman cukup dalam sekitar 140-170cm dan lebih dari 70 cm.

Beberapa hasil penelitian melaporkan tentang aktivitas biologik dari gonad bulu babi antara lain oleh Akerina et al (2015) yang melaporkan gonad bulu babi Kepulauan Seribu potensial sebagai antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Bulu babi mengandung sebanyak 28 jenis asam amino, asam lemak seperti omega-3 dan omega-6, berbagai jenis vitamin seperti vitamin B kompleks dan vitamin A, berbagai mineral, sehingga memungkinkan gonad tersebut untuk dijadikan sebagai pangan fungsional. Demikian juga dengan cangkangnya berpotensi sebagai antikanker, antitumor dan antimikroba (Hadinoto et al., 2017). Padang et al (2019) melaporkan kandungan protein pada sampel *D. setosum* adalah 14.57% sedangkan *Echinotrix calamaris* memiliki kadar protein 14,07%. Afifudin et al (2014) melaporkan dari beberapa spesies bulu babi yang dikumpulkan dari perairan Pulau Pramuka Kepulauan Seribu, menunjukkan gonad *Diadema setosum* mengandung asam lemak dan asam amino yang lebih tinggi daripada gonad *Echinothrix calamaris* dan *Echinothrix diadema*.

Secara empiris, gonad beberapa bulu babi (*sea urchin*) telah dikonsumsi oleh masyarakat pesisir Bulukumba khususnya di Desa Tritiro terutama untuk spesies *Tripneustes gratilla* tetapi belum ada informasi ilmiah terkait spesies tersebut khususnya sebagai kandidat bahan pangan fungsional. Pengujian mineral mikro dalam penelitian ini dilakukan terhadap beberapa jenis sea urchin yang ada di wilayah perairan tersebut.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan yaitu neraca analitik (Mettler), tanur, cawan porselin, spektrofotometri serapan atom (Shimadzu AA-7000), hot plate, magnetik stirer dan peralatan gelas umum seperti labu ukur, gelas kimia, dan lain-lain.

Waktu dan Lokasi

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Desember 2023 yang terbagi dalam beberapa tahapan. Pengambilan sampel beberapa bulu babi dikumpulkan di perairan pantai Samboang Desa Tritiro Bulukumba, kemudian dibersihkan dari serpihan karang dan pasir yang melekat ke tubuh sampel. Selanjutnya preparasi sampel dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Islam Makassar, dan selanjutnya pengujian dilakukan oleh laboratorium Sucofindo.

Prosedur Kerja

Penelitian eksperimental ini mengkaji tentang kandungan mineral mikro besi (Fe), seng (Zn) dan Yodium (I) dalam sampel bulu babi menggunakan metode yang sebelumnya digunakan oleh Hartanti et al (2023) untuk sampel *Sipunculus nudus* yang diambil dari perairan yang sama dengan penelitian ini.

Pengujian Kadar Air (metode AOAC 2005)

Pengujian kadar air dilakukan dengan menggunakan oven. Sampel gonad bulubabi sebanyak 2 g sampai diperoleh bobot konstan (a), kemudian sampel ditempatkan dalam cawan porselin yang sudah ditimbang sampai konstan (b),

cawan bersama 2 g sampel (c) selanjutnya dipanaskan dengan oven suhu 100-105°C, dengan lama waktu 4-6 jam. Sampel dalam cawan didinginkan, kemudian ditimbang kembali sampai bobot konstan(d).

Kadar air (%) dihitung menggunakan persamaan :

Kadar Air (%) :

$$= \frac{[c-b]-[d-b]}{a} \times 100\% \dots (a)$$

Pengujian Kadar Abu (Metode AOAC 2005)

Kadar abu ditentukan berdasarkan pada reaksi oksidasi bahan organik yang menghasilkan molekul H₂O dan molekul CO₂. Jadi Kadar abu menunjukkan banyaknya bahan anorganik yang tidak teroksidasi dari sejumlah sampel yang digunakan.

Pengujian kadar air sampel bulu babi menggunakan tanur dilakukan dengan menimbang sampel sebanyak 2 g sampai diperoleh bobot konstan (a), kemudian sampel ditempatkan dalam cawan porselin yang sudah ditimbang sampai konstan (b), cawan bersama 2 g sampel (c) selanjutnya dipanaskan dengan oven suhu 100-105°C dengan lama waktu sekitar 1 jam dan selanjutnya dipindahkan ke dalam tanur suhu 550-600°C selama sekitar 6-8 jam, sampai pengabuan sempurna. Sampel abu dalam cawan didinginkan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang kembali sampai konstan(d). Kadar abu (%)dihitung dengan persamaan :

Kadar Abu (%) :

$$= \frac{[c-b]-[d-b]}{a} \times 100\% \dots (b)$$

Penentuan Kandungan Logam Fe dan Zn

Mineral mikro Fe dan Zn dalam sampel *bulu babi* dilakukan dengan menghilangkan senyawa organiknya terlebih dahulu dengan metode pengabuan basah ataupun kering. Residu atau abu yang dihasilkan ditambahkan dengan asam encer, selanjutnya didispersikan ke dalam blume (nyala) dalam instrumen Spektrofotometer Serapan Atom

(Shimadzu ASC-7000). Nilai absorpsi logam uji diukur menggunakan panjang gelombang tertentu. Pada penelitian ini, pengujian kadar mineral dilakukan dengan metode pengabuan basah.

Sampel gonad bulu babi ditimbang sebanyak 5 gram kemudian dituang ke dalam erlenmeyer 250 mL, dituangi dengan 25 mL HNO₃, kemudian didiamkan sampai 1 jam. Larutan sampel bulu babi dipanaskan selama 5 menit, selanjutnya dibiarkan dingin dan kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur volume 50 mL, dicukupkan volumenya menggunakan akuades sampai tanda. Larutan dikocok sampai homogen, selanjutnya disaring menggunakan kertas Whatman no. 1. Supernatan dari hasil penyaringan kemudian diukur menggunakan alat SSA, dengan menggunakan lampu katoda untuk masing-masing mineral yang diukur.

Absorbansi untuk setiap konsentrasi larutan baku yang diukur dengan SAA pada masing-masing pengukuran logam diplotkan dalam kurva linier. Kadar mineral dalam sampel (Fe dan Zn) selanjutnya dapat diketahui dengan memplotkan besaran nilai absorban sampel bulu babi pada persamaan regresi : $y = ax \pm b$. Nilai x didapatkan sebagai nilai mineral dalam sampel yang diukur. Selanjutnya kadar mineral sampel *bulu babi* dihitung menggunakan rumus berikut:

Kadar Mineral (mg/g):

$$= \frac{\text{konsentrasi mineral} \times \text{fp}}{\text{berat sampel (g)}} \dots\dots (c)$$

dimana: fp adalah faktor pengenceran.

Pengujian Iodium (AOAC, 2005)

Pengujian iodium didasarkan pada reaksi reduksi katalis ion Ce⁴⁺ menjadi ion Ce³⁺ oleh iodin. Sampel gonad bulu babi ditimbang sebanyak 5 gram dan dilarutkan dengan 50 mL akuades dalam gelas kimia. Larutan diaduk menggunakan stirer magnetik sekitar 5 menit sampai homogen. Selanjutnya larutan sampel dipindahkan ke dalam labu takar 100 mL, ditetesi sejumlah 1 tetes amil alkohol untuk mereduksi busa pada permukaan larutan. Volume labu dicukupkan sampai tanda dengan akuades,

kemudian dikocok homogen dan disentrifugasi. Filtrat yang diperoleh disaring menggunakan membran filter, dan dilanjutkan dengan penyuntikan larutan sampel ke instrumen High Performance Liquid Chromatography (HPLC).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mineral mikro atau dikenal sebagai *trace mineral* atau mineral minor adalah salah satu komponen nutrisi penting yang diperlukan dalam jumlah yang relatif kecil oleh tubuh manusia. Mikro mineral memiliki fungsi yang sangat krusial terutama dalam mengoptimalkan fungsi biologis seperti zat besi, seng, tembaga, selenium, iodin, dan mangan. Mikro mineral sering dihubungkan dengan pangan fungsional karena pada umumnya pangan yang bersifat fungsional merupakan sumber mikromineral baik yang terdapat secara alamiah maupun yang ditambahkan dengan sengaja. Fortifikasi mikromineral ke dalam sumber pangan fungsional seperti dengan penambahan Fe, Zn maupun Se adalah untuk mengatasi defisiensi mikromineral yang umum terjadi dalam suatu populasi tertentu, misalnya pasien yang mengalami gangguan metabolisme sehingga penyerapan mikromineral tersebut sangat minimal dan mengganggu fungsi biologis tubuh. Beberapa pangan fungsional dapat meningkatkan penyerapan mikromineral dalam tubuh. Misalnya, beberapa makanan fermentasi atau probiotik dapat meningkatkan penyerapan mineral tertentu, seperti zink. Beberapa mikromineral, seperti selenium, memiliki sifat antioksidan yang penting untuk melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif. Pangan fungsional yang kaya akan antioksidan dapat membantu meningkatkan asupan mikromineral ini secara alami. Mikromineral seperti seng dan iodin, penting untuk menjalankan fungsi kognitif dan sistem imunitas tubuh, fortifikasi kedua mineral ini sangat sering dilakukan pada sumber pangan atau bahan tambahan makanan.

Dalam beberapa tahun terakhir ini, pencarian sumber pangan fungsional mulai diarahkan ke laut. Laut merupakan sumber

daya alam yang keanekaragaman hayatinya melimpah. Berbagai jenis ikan, ganggang laut, moluska, dan krustasea merupakan sumber potensial untuk pangan fungsional yang kaya akan nutrisi, seperti asam lemak omega-3, protein berkualitas tinggi, mineral, dan antioksidan. Pada umumnya, produk-produk laut kaya akan nutrisi yang bermanfaat bagi kesehatan manusia serta aman dari efek samping seperti pestisida, seperti ikan berlemak seperti salmon, sarden, dan mackerel yang kaya akan asam lemak omega-3 dan bermanfaat terhadap kesehatan jantung dan otak. Meskipun di wilayah-wilayah perairan tertentu atau dalam masa-masa tertentu, kualitas perairan dapat saja menurun dan mempengaruhi kesehatan dari biota laut yang hidup di dalamnya, misalnya pada saat terjadi perubahan cuaca ekstrim, adanya tumpahan minyak atau batu bara dari angkutan yang melintasi perairan, mikroplastik dan residu pestisida atau antibiotik yang berlangsung di daratan dan bermuara ke badan perairan laut.

Perkembangan inovasi dan teknologi dan inovasi sangat memungkinkan dilakukan pada berbagai produk pangan fungsional yang bersumber dari laut, seperti suplemen omega-3 dari minyak ikan hiu, makanan olahan dari ganggang laut, ataupun produk fermentasi dari krustasea yang dapat menjadi pilihan pangan fungsional dengan kemasan menarik dan

rasa yang gurih. Semakin banyaknya konsumen yang mencari makanan yang sehat dan fungsional mendorong industri untuk menawarkan lebih banyak produk pangan fungsional dari sumber daya laut. Permintaan pasar yang tinggi dapat mendorong penelitian dan pengembangan lebih lanjut di bidang ini. Laut dapat dianggap sebagai sumber pangan yang lebih berkelanjutan daripada sumber daya darat dalam beberapa kasus, terutama jika dipelihara dengan baik dan dikelola secara bertanggung jawab.

Perairan Pantai Samboang adalah salah satu wilayah perairan yang kaya dengan terumbu karang, segaris pantai dengan perairan Sinjai dan Selayar yang terkenal dengan hasil perikanan lautnya, dan sebagian besar pekerja penduduk di pesisir tersebut adalah bernelayan, baik di sekitar perairan lokal maupun sampai lintas pulau. Dengan hamparan padang lamun yang luas, menjadi habitat berbagai biota laut. Habitat bulu babi adalah salah satu yang mendiami perairan tersebut. Dalam penelitian yang dilakukan, didapatkan dua spesies bulu babi laut yang teridentifikasi sebagai *Diadema sitosum* dan *Tripneustes gratilla*. Bulu babi *Tripneustes gratilla* atau landak laut dan oleh masyarakat lokal Samboang disebut dengan tietie. Gonad dari bulu babi tersebut telah digunakan sebagai lauk secara turun temurun, tetapi belum ada penelitian terlapor tentang kandungan mikromineralnya.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Mikromineral pada *Diadema sitosum* dan *Tripneustes gratilla*

Spesies Bulu Babi	Persentase (%)		Konsentrasi (ppm)		
	Kadar Air	Kadar Abu	Fe	Zn	Iod
<i>Diadema sitosum</i>	77.32	1.15	115.24	31.44	16.71
<i>Tripneustes gratilla</i>	72.22	2.09	150.75	27.27	21.21

Sebagai penelitian awal untuk spesies bulu babi laut *Diadema sitosum* dan *Tripneustes gratilla* asal perairan Samboang, dilakukan penentuan mikro mineral berupa mineral Fe, Zn dan Iod. Penentuan kadar Fe dan Zn menggunakan spektrofotometer serapan atom, sedangkan penentuan kadar Iod menggunakan instrument HPLC. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 1 di atas. Ketiga mineral ini sangat penting dan diperlukan

oleh tubuh manusia dalam jumlah yang relatif kecil, tetapi memiliki peran yang krusial untuk kesehatan dan fungsi tubuh yang optimal. Zn adalah mineral esensial yang terlibat dalam lebih dari 300 reaksi enzimatik dalam tubuh manusia. Mineral ini diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan normal, fungsi sistem kekebalan tubuh, penyembuhan luka, sintesis protein, serta fungsi reproduksi dan perkembangan seksual. Ikan dan sumber

pangan lainnya dari laut seperti krustacea dan moluska adalah salah satu sumber mineral tersebut. Fe merupakan komponen penting dalam pembentukan hemoglobin, yang membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Mineral ini diperlukan juga untuk sintesis DNA dan metabolisme energi yang optimal. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan anemia, gejala yang meliputi kelelahan, pusing, dan penurunan daya tahan terhadap infeksi. Ikan dan sejenisnya juga menjadi sumber Fe yang sangat vital. Yodium adalah komponen penting dari hormon tiroid, yang mengatur metabolisme tubuh, pertumbuhan, dan perkembangan normal. Kekurangan yodium dapat menyebabkan gangguan tiroid, termasuk pembesaran kelenjar tiroid (gondok) dan gangguan kognitif pada anak-anak (kretinisme). Sumber utama yodium dalam diet adalah makanan laut, seperti ikan, kerang, dan rumput laut, serta garam beryodium dan produk susu yang diperkaya. Memastikan asupan yang cukup dari zink, zat besi, dan yodium sangat penting untuk menjaga kesehatan tubuh dan mencegah kekurangan nutrisi yang dapat menyebabkan masalah kesehatan serius.

Berdasarkan hasil pengukuran mikromineral dalam gonad spesies bulu babi yang hidup di perairan pantai Samboang adalah kadar air dan kadar abu diperoleh 77.32% dan 1.15% untuk *Diadema sitosum* dan sebesar 72.22% dan 2.09% untuk *Tripneustes gratilla*. Hasil pengukuran kadar mineral mikro Fe, Zn dan Yodium masing-masing adalah sebesar 115.24 ppm, 31.44 ppm dan 16.71ppm untuk *Diadema sitosum* dan 150.75 dan 27.27 ppm 21.21 ppm untuk *Tripneustes gratilla*. Nilai kandungan mikromineral dari masing-masing spesies tersebut tidak jauh berbeda, kemungkinan karena berada pada perairan yang sama, sehingga pengaruh parameter perairan seperti suhu, salinitas, temperatur memiliki pengaruh yang sama terhadap kedua spesies dari famili yang sama.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian bulu babi laut dari perairan pantai Samboang Kabupaten Bulukumba didapatkan spesies *Diadema sitosum* dan *Tripneustes gratilla*. Hasil pengukuran kadar air dan kadar abu gonad kedua bulu babi tersebut diperoleh 77.32% dan 1.15% untuk *Diadema sitosum* dan sebesar 72.22% dan 2.09% untuk *Tripneustes gratilla*. Hasil pengukuran kadar mineral mikro Fe dan Zn menggunakan spektrofotometer serapan atom adalah sebesar 115.24 ppm dan 31.44 ppm untuk *Diadema sitosum* dan 150.75 dan 27.27 ppm untuk *Tripneustes gratilla*. Pada pengujian lod dengan menggunakan HPLC, menunjukkan kandungan lod pada gonad *Diadema sitosum* sebesar 16.71 dan *Tripneustes gratilla* sebesar 21.21 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifa, F.H., Supriharyono dan Purnomo, P.W. 2018. Penyebaran Bulu Babi (Sea Urchins) di Perairan Pulau Menjangan Kecil, Kepulauan Karimunjawa Jepara. *Journal of Maquares* 6 (3), 230-238
- Afifudin, I.K., Suseno, S.H., dan Jacob, A.M. 2014. Profil Asam Lemak Dan Asam Amino Gonad Bulu Babi. *JPHPI*, 17 (1).
- Akerina F.O., Nurhayati T., dan Suwandy R. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Antibakteri dari Bulu Babi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18 (1), 63-73.
- Calder PC. 2020. Nutrition, immunity and COVID-19. *BMJ Nutrition, Prevention and Health*. 1-19.
- Firmandana, T.C., Suryanti dan Ruswahyuni. 2014. Kelimpahan Bulu Babi (Sea Urchin) Pada Ekosistem Karang dan Lamun di Perairan Pantai Sundak, Yogyakarta. Diponegoro *Journal of Maquares : Management Of Aquatic Resources*. 3 (4), 41-50.
- Hadinoto, S., Ignacius, D., Sukaryono dan Yessy. S. 2016. Kandungan Gizi Bulu Babi (*Diadema setosum*) dan Potensi Cangkangnya Sebagai Antibakteri.

- Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah Tahun 2016 Jilid 1: 260-265. Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat.
- Hartanti, L., Warsidah., dan Apindiati, R.K. 2023. MicroEssensial Content Fe, Zn and Iod of *Sipunculus nudus* From Samboang Beach, Bulukumba District. *Jurnal Biologi Tropis*. 23 (1).
- Larsen, R, Eilersten, K.E., and Elvevoll, E.O. 2011. Health Benefits of Marine foods And ingredients. *Biotechnology Advances* 29, 508---518.
- Padang, A., Nurlin, Tuasikal, T., dan Subiyanto, R. 2019. Kandungan Gizi Bulu Babi (Echinoidea). 12 (2).
- Suryanti dan Ruswahyuni. 2014. Perbedaan Kelimpahan Bulu Babi (Echinoidea) Pada Ekosistem Karang dan Lamun di Pancuran Belakang, Karimunjawa Jepara. *Jurnal Saintek Perikanan*. 10 (1), 62-67.
- Tupan, J., dan Silaban, B. 2017. Karakteristik Fisik-Kimia Bulu Babi Diadema Setosum Dari Beberapa Perairan Pulau Ambon. *Jurnal Triton*, 13 (2).
- Virralluel-lopez A, Ascencio FNK. 2017. Microalga, potential natural functional food source-a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*. 67(4): 251-263.
- Yuniastuti, A. 2014. Peran Pangan Fungsional Dalam Meningkatkan Derajat Kesehatan. Prosiding Seminar Nasional dan Internasional LPPM Universitas Muhammadiyah Semarang.