

KARAKTERISTIK BAHAN BAKU BULU BABI (*Diadema setosum*) DAN APLIKASINYA UNTUK KOSMETIK: REVIEW

Said Muhammad Dzaky Fadillah¹⁾, Sallu Ardiyanti^{1*)}, Siti Natasyah¹⁾, Taufik Hidayat²⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, 29115, Indonesia

²⁾Pusat Riset Agroindustri, Badan Riset Inovasi Nasional

*korespondensi: salluardyanti@gmail.com

ABSTRACT

The Diadema setosum, also known as the long-spined sea urchin, is a crucial animal for marine ecosystems. It is often referred to as a keystone species in nutrient cycling and energy flow in environment. Additionally, the Diadema setosum can be used as a bioindicator to measure water pollution levels. The optimal management of this resource is necessary in Indonesia due to its high commercial value in the fishing industry. This can help reduce overfishing, which has caused a decline in the population of the Diadema setosum in some areas of Indonesia. The Diadema setosum contains high nutritional value in its shell, gonads, and intestines. Recent studies have shown that its gonads are commonly used as an antioxidant. In the future, products based on the Diadema setosum could be developed into cosmetics.

Keyword: antioxidant, health, nutrition, sea urchin

ABSTRAK

Bulu babi (*Diadema setosum*) merupakan hewan yang sangat penting bagi perairan, hingga hewan ini disebut sebagai kunci bagi daur materi dan aliran energi diperairan dan juga bulu babi dapat digunakan sebagai bioindikator untuk mengetahui apakah perairan tersebut tercemar atau tidak. Pengolahan sumber daya bulu babi di Indonesia perlu dikelola secara optimal dikarenakan bulu babi merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai komersil yang tinggi. Sehingga, dapat mengurangi terjadinya *overfishing* yang membuat penurunan populasi bulu babi pada sejumlah daerah di Indonesia. *Diadema setosum* memiliki kandungan gizi yang tinggi baik cangkang, gonad, dan intesine. Hasil review dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa *Diadema setosum* pada gonad banyak digunakan sebagai antioksidan. Aplikasi ke depan untuk produk berbasis bulu babi dapat dikembangkan menjadi produk kosmetik.

Kata kunci: antioksidan, kesehatan, nutrisi, bulu babi

PENDAHULUAN

Menurut Mangindaan dan Margareth (2013), Indonesia sangat dikenal dengan luasnya daerah perairan serta keragaman biota laut yang dimiliki, contohnya berasal dari filum Echinodermata yang memiliki kemampuan sebagai sumber senyawa antitumor.

Landak laut, disebut juga bulu babi (Echinoidea), biasanya menghuni habitat karang, lamun, dan pasir yang baru terbentuk. Menurut Ayyagari dan

Kondamudi (2014), bulu babi hidup berkoloni untuk mempertahankan diri, namun ada juga yang hidup menyendiri sehingga lebih rentan terhadap predator.. Duri merupakan salah satu bentuk perlindungan diri yang dimiliki oleh bulu babi, tubuhnya berbentuk bulat, bulu babi biasa hidup di perairan yang memiliki padang lamun yang subur dan dicelah-celah karang sebagai tempat bersembunyi dari predator seperti moluska, udang, kepiting dan organisme laut lainnya.

Biota laut *D. setosum* merupakan anggota filum Echinodermata. Aprilia dan et al (2012) menyatakan, senyawa metabolit sekunder juga dihasilkan oleh Echinodermata walaupun tidak berhubungan langsung dengan fungsi fisiologis dalam mempengaruhi kelangsungan hidup. Bulu babi juga memproduksi racun yang digunakan sebagai bentuk pertahanan dirinya dari predator yang lebih berbahaya dibandingkan dengan racun biota di daratan.

Nilai gizi yang cukup tinggi dalam bulu babi diantaranya nilai protein berat basah 7,04-8,20% dan protein berat kering 51,80-57,80%, nilai lemak berat basah 1,14-1,35% dan lemak berat kering 8,53-9,36%, kadar air 84,17-87,82% serta kadar abu 1,81-1,86% (Chasanah dan Andamari, 2011). Menurut Silaban dan Srimariana (2013), kandungan ini bergantung pada jenis, umur, ukuran serta lingkungan hidupnya. Sari et al., (2017) menyatakan, *D. setosum* merupakan bioindikator untuk mengetahui kualitas suatu perairan.

MORFOMETRIK BULU BABI

Karakteristik Bulu Babi

Padang lamun dan daerah berbatu merupakan rumah bagi bulu babi *D. setosum* (Prasetyo et al., 2019). Hal ini karena padang lamun merupakan tempat makan utama untuk mencari makanan, menurut Wulandewi et al., (2015). Baik wilayah laut dalam maupun pesisir dangkal merupakan rumah bagi bulu babi *D. setosum* (Firmandana, 2014).

Selain bermanfaat bagi perairan, bulu babi juga biasa dikonsumsi masyarakat pesisir sebagai makanan, baik gonad maupun telurnya dikonsumsi. Menurut Lestiono dan Kresnamurti (2020), terdapat sejumlah spesies bulu babi yang memiliki gonad sangat besar, antara lain *Echinometra sp.*, *Tripneustes gratilla*, dan *Diadema setosum*. Ketiga spesies ini tumbuh sangat cepat sehingga menghasilkan produksi vitamin dan nilai jual yang signifikan.

Menurut Abubakar et al., (2012) dalam Indrawati et al., (2018), di dalam tubuh bulu babi mengandung senyawa bioaktif yang bisa dijadikan sebagai antibiotik perairan.

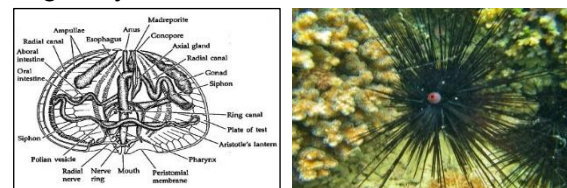
Senyawa kimia yang berupa senyawa bioaktif memiliki keuntungan dan kerugian pada makhluk hidup yang disebut aktivitas biologis. Di dalam bulu babi terkandung senyawa bioaktif yaitu flavonoid dan fenol, akan tetapi kandungan tersebut bergantung pada jenis dan banyaknya persebaran bulu babi di suatu perairan (Akerina et al., 2015 dalam Apriandi et al., 2020).

Karakteristik Fisik *Diadema setosum*

Karakteristik fisik bulu babi adalah suatu pemahaman yang mempelajari mengenai bentuk fisik atau morfologi dari bulu babi. Karakteristik fisik juga mencakup Terdapat perbedaan nyata pada warna gonad, duri, bobot badan, dan diameter cangkang. Komponen utama duri bulu babi adalah kalsium karbonat dan magnesium, sedangkan cangkang bulu babi (Endoskeleton) merupakan kerangka yang terbuat dari kalsium karbonat. Pada pembahasan kali ini karakteristik fisik yang kami kaji adalah bulu babi jenis *D. setosum*.

Kingdom : Animalia
Phyllum : Echinodermata
Class : Echinodea
Ordo : Cidarioidea
Family : Diadematidae
Genus : *Diadema*
Species : *Diadema setosum*

D. setosum ciri-cirinya yang berwarna hitam antara lain duri hitam yang tumbuh ke atas untuk pertahanan diri dan berfungsi sebagai alat gerak di bawah. Letaknya di antara segmen masing-masing dari lima titik putih di atas. *D. setosum* dibedakan dari tubuhnya yang bulat, berwarna hitam pekat, lima gonopori mengkilap, dan duri yang panjang, rapuh, dan tajam di seluruh bagiannya.



Gambar 1. Anatomi dan Posisi Gonad *D. setosum*

Gonad dan cangkang dari bulu babi memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Toha (2007) menyatakan, cangkang dan duri

dari bulu babi dapat dimanfaatkan menjadi banyak hal seperti pupuk organik, souvenir, pewarna, serta dalam bidang kesehatan seperti antibiotik (Abubakar et al., 2012).

Habitat Bulu Babi

Prasetyo et al., (2019) menyatakan, *D. setosum* dapat hidup di daerah bebatuan dan daerah padang lamun di mana padang lamun adalah grazer (Makanan) utama bulu babi (Wulandewi et al., 2015). Pantai yang dangkal dan laut dalam juga merupakan salah satu habitat dari *D. setosum* (Firmandana, 2013). Selain itu, bulu babi menghuni terumbu karang dan kawasan pantai berbatu. Bulu babi merupakan makhluk nokturnal, bersembunyi di celah-celah karang pada siang hari dan muncul pada malam hari untuk mencari makan, menurut Zakaria (2013). Bulu babi menempelkan kaki amburakralnya pada karang, pasir, lamun, alga sehingga daerah ini juga merupakan habitat dari bulu babi (Alwi, 2020).

Keanekaragaman species tertentu bulu babi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah individu, homogenitas substrat pada daerah tertentu. Miala et al., (2015) menyatakan bahwa, bulu babi merupakan *keystone* yang bersimbiosis dengan komunitas terumbu karang dikarenakan apabila populasi bulu babi menurun pada suatu perairan maka akan menyebabkan kematian bagi terumbu karang akibat makroalga yang akan bertambah.

Sebaran Bulu Babi di Indonesia

Di Indonesia bulu babi tersebar hampir di seluruh wilayahnya. Di perairan Indonesia memiliki 36 spesies dari 11 famili yang berada pada 69 titik perairan Indonesia. Purbiontoro (2016) menyatakan bahwa, dengan luas perairan Indonesia yang membentang sepanjang 2,7 juta Km mempunyai potensi dari komoditas bulu babi lokal yang berasal dari spesies *Diadema*, *Toxopneustes*, *Tripneustes*, dan *Echinometra*. Terdapat dua jenis bulu babi yang biasanya dikonsumsi yang berasal spesies *Echinotrix* dan *Diadema*.

pH, suhu, substrat, dan salinitas suatu perairan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap distribusi bulu babi. Bulu babi lebih menyukai substrat seperti padang lamun karena terbuat dari campuran pasir dan potongan karang, menurut Royaldi et al., (2018).

Populasi bulu babi di Merta Sena, Sanur Bali, dan wilayah pesisir Indonesia lainnya masuk dalam kategori sedang ($H'=1-3$), genap ($E=0.76$), dan rendah (0.25), menurut temuan penelitian Laning (2014).

Kandungan Makronutrien (Proksimat) Bulu Babi

Toha (2016) mengatakan bahwa gonad mengandung zat-zat berikut: karoten, asam folat, asam nikotinat, asam pantotenat, kalsium, fosfor, protein, lipid, dan glikogen. Hal ini menunjukkan bahwa karena nilai gizinya yang tinggi, gonad bulu babi juga dimakan (Radjab et al., 2010).

Gonad bulu babi mengandung 60,37% total asam lemak yang sangat baik untuk imunitas manusia, perkembangan otak, dan kesehatan jantung (Padang et al., 2019). Selain itu, gonad bulu babi antara lain asam amino (Valin, Metionin, Fenilalanin, Isoleusin, Leusin, Threonin, Histidin, dan Lisin) serta Omega-6 dan Omega-9 dengan kandungan masing-



masing 13,88% dan 5,01% (Afifudin et al., 2014).

Gambar 2. Gonad *Diadema setosum*
Referensi: Tupan, J & Silaban, B (2017)

Menurut Padang et al., (2019), perkiraan kandungan gonad bulu babi adalah sebagai berikut: air 77,58%, abu 2,54%, lemak 2,36%, protein 14,57%, dan karbohidrat 3,17%. Musim, tahap reproduksi, jenis kelamin, dan lingkungan habitat semuanya berdampak pada nilai proksimal ini. Selain itu, menurut Afifudin et al., (2014) dan Akerina et al., (2015), gonad ini mengandung 28 jenis asam amino, vitamin B kompleks, vitamin A, mineral,

lemak tak jenuh, serta Omega-3, Omega-6, dan Omega-9 yang berbeda.

Tabel 1. Kandungan makronutrien (Proksimat)

NO	ANALISIS MAKRONUTRIEN (PROKSIMAT) GONAD	HASIL RISET (%)	REFERENSI
1	Kadar Abu	1,81-1,86% 2,54% 7,34-11,74%	Chasanah dan Andamari, 2011 Padang <i>et al.</i> , 2019 Sugeng Hadinoto <i>et al.</i> , 2017
2	Kadar Air	6,31% 7,76% 84,17-87,82%	Afifudin <i>et al.</i> , 2014 Akerina <i>et al.</i> , 2015 Chasanah dan Andamari, 2011
3	Kadar Lemak	77,58 % 71,95-77,56% 64,97-66,86% 71,95-77,56%	Padang <i>et al.</i> , 2019 Afifudin <i>et al.</i> , 2014 Akerina <i>et al.</i> , 2015 Sugeng Hadinoto <i>et al.</i> , 2017
4	Kadar Protein	3,21-3,49% 20,79% 56,32% 1,14-1,35%	Sugeng Hadinoto <i>et al.</i> , 2017 Afifudin <i>et al.</i> , 2014 Akerina <i>et al.</i> , 2015 Chasanah dan Andamari, 2011
5	Kadar Karbohidrat	2,36% 44,78-64,98% 7,04 – 8,20 % 14,57% 3,17%	Padang <i>et al.</i> , 2019 Sugeng hadinoto <i>et al.</i> , 2017 Chasanah dan Andamari, 2011 Padang <i>et al.</i> , 2019 Padang <i>et al.</i> , 2019

Kandungan Mikronutrien Bulu Babi

Basmal (2010) Sebaliknya, asam lemak esensial, seperti Omega-3 dan Omega-6, merupakan asam lemak yang harus diperoleh dari makanan karena tubuh tidak mampu memproduksinya. Menurut Muhammad dan Mohamad (2012), omega-3 telah terbukti mengurangi penyakit ginjal, diabetes, dan asma. Menurut Nurbaya (2011), tubuh memerlukan tidak lebih dari 30% total kalori dan perbandingan asam lemak jenuh, tak jenuh tunggal, dan tak jenuh ganda dengan perbandingan 1:1:1.

Sebanyak 30,46% SAFA, 9,74% MUFA, dan 20,17% PUFA terdapat pada gonad *D. setosum* (Siahaya, 2009). Menurut Shankarlal *et al.*, (2013), gonad ikan *D. setosum* mempunyai konsentrasi asam amino tertinggi (13,41%) jika

dibandingkan dengan gonad bulu babi *E. calamris* dan *E. diadema*.

Tabel 2: Kandungan mikronutrien gonad bulu babi

NO	KANDUNGAN MIKRONUTRIEN GONAD	HASIL RISET (%)	REFERENSI
1	Asam Lemak Total	60,37%	Padang <i>et al.</i> , 2019
2	Asam Lemak Omega-6 dan Omega-9	13,88% 5,01%	Afifudin <i>et al.</i> , 2014
3	Asam Lemak Jenuh Total	30,46%	Siahaya, 2009
4	Asam Lemak Tak Jenuh Tunggal	9,74%	Siahaya, 2009
5	Asam Lemak Tak Jenuh Jamak	20,17%	Siahaya, 2009
6	Asam Amino Total	13,41%	Shankarlal <i>et al.</i> , 2013

Tabel 3. Asam lemak gonad bulu babi *Diadema setosum*

Asam Lemak	<i>D. setosum</i> (%w/w)
Asam lemak jenuh (Saturated fatty acid/SAFA)	
Laurat(C12:0)	0,03
Tridekanoat(C13:0)	0,03
Miristat(C14:0)	5,73
Pentadekanoat(C15:0)	1,07
Palmitat(C16:0)	18,44
Heptadekanoat(C17:0)	0,79
Stearat(C18:0)	3,49
Arahidat(C20:0)	0,43
Heneikosanoat(C21:0)	0,11
Behenat(C22:0)	0,19
Lignoserat(C24:0)	0,15
Total SAFA	30,46
Asam Lemak Tak Jenuh tunggal (Monounsaturated fatty acid/MUFA)	
Miristoleat(C14:1)	0,02
Palmitoleat(C16:1)	3,38
Cis-10-heptadekanoat(C17:1)	0,33
Elaidat(C18:1n9t)	0,45
Oleat(C18:1n9c)	3,84
Cis-11-eikosanoat(C20:1)	0,87
Erukat(C22:1n9)	0,61
Nervolat(C24:1)	0,24
Total MUFA	9,74
Asam lemak tak jenuh jamak(Polyunsaturated fatty acid/PUFA)	
Linoleat(C18:2n6c)	2,18
Linolelaidat(C18:2n9t)	0,11
Y-Linolenat (C18:3n6)	1,03
Linolenat (C18:3n3)	0,38
Cis-11, 14-Eikosadienoat (C20:2)	2,09
Cis-11, 14, 17-Eikosatrienoat (C20:3n3)	-
Cis-8, 11, 14-Eikoseatrienoat (C20:3n6)	0,43
Arakhidonat (C20:4n6)	10,24
EPA (C20:5n3)	2,88
Cis-13, 16-Dokosadienoat (C22:2)	0,1
DHA (C22:6n3)	0,73
Total PUFA	20,17
Total Asam Lemak	60,37
Tidak Teridentifikasi	39,63

Referensi: Siahaya, 2009

Tabel 4. Asam lemak gonad *Diadema setosum*

Asam Lemak	Hasil (%)	Referensi
Jenuh		
Maristat C14 : 0	7,24	Silaban, 2012
Palmitat C16 : 0	22,79	Silaban, 2012
Stearat C18 : 0	4,77	Silaban, 2012
Tak Jenuh		
Palmitoleat C16 : 0; n-7	8,46	Silaban, 2012
Oleat C18 : 0; n-9	7,45	Silaban, 2012
Linolelaidat C18 : 0; n-6	9,11	Silaban, 2012
Linolenat C18 : 0; n-3	3,44	Silaban, 2012
Arakhidonat C20 : 0; n-6	6,73	Silaban, 2012

Omega-3	15,9-21,9%	Padang et al., 2019
Omega-6	4,7-16,1%	Padang et al., 2019
EPA	8,8-11,1%	Padang et al., 2019
DHA	0,3-10,3%	Padang et al., 2019

Tabel 5. Asam lemak gonad Bulu Babi *Diadema setosum*

Asam Lemak	Total (%)
Jenuh	
Lauric acid	0,079
Myristic acid	15,549
Palmitic acid	27,603
Stearic acid	1,133
Behenic acid	3,947
Arachidic acid	12,322
Tak Jenuh	
Oleic acid	17,113
Linoleic acid	8,196
Linolenic acid	4,315
Erucic acid	0,592
Palmitoleic acid	6,045
EPA	1,903
DHA	1,202

Referensi: Delianis et al., 2016

Tabel 6. Asam amino gonad bulu babi *Diadema setosum*

Asam Amino	D.setosum
Asam amino esensial	
Metionina	0,43
Valina	0,85
Fenilalanina	0,77
Isoleusina	0,77
Leusina	1,15
Treonina	0,8
Lisina	1,06
Histidina	0,38
Asam amino non esensial	
Arginina	1,17
Aspartat	1,38
Glutamat	1,98
Serina	0,66
Glisina	0,69
Alanina	0,72
Tirosina	0,6
Total asam amino	13,41

Referensi: Shankarlal et al., 2013

Tabel 7. Asam amino gonad *Diadema setosum*

Asam Amino	Total (%)
Asam Amino Esensial	
Methionine	3,331
Valine	5,877
Leucine	9,105
I-leucine	5,052
Lysine	4,343
Lysine	0,837
Threonine	5,479
Phenylalanine	5,638

Tyrosine	4,952
Asam Amino Non Esensial	
Aspartic acid	11,590
Glutamic acid	15,191
Glycine	3,336
Arginine	8,544
Alanine	8,303

Referensi: Delianis *et al.*, 2016

KANDUNGAN BIOAKTIF

Fitokimia

Dahl Jebson dan Louis (2010) menyatakan bahwa cangkang bulu babi mengandung komponen bioaktif seperti serotonin, glikosida, steroid, kolinergik, dan zat menyerupai brendikinin, yang dapat digunakan sebagai antimikroba selain kandungan kimianya yang bermanfaat bagi kesehatan vital organ. Penelitian menggunakan ekstrak metanol cangkang bulu babi, gonad, dan duri menunjukkan mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* (Akerina *et al.*, 2015).

Triterpenoid dan saponin adalah dua zat bioaktif yang ditemukan dalam gonad bulu babi. Bakteri lain, termasuk *Vibrio cholerae* gram negatif dan *Salmonella typhi* serta *Proteus vulgaris* gram positif dan *P. myrabilis*, dapat dihambat oleh cangkang bulu babi. Karena *D. setosum* memproduksi racun secara internal, ia memiliki sifat antibakteri (Aprilia *et al.*, 2012).

Selain bakteri-bakteri yang sudah disebutkan, Akerina *et al.*, (2015) menjelaskan, blulu babi juga dapat dijadikan sebagai antibakteri bagi *Staphylococcus aureus*. Hal ini dikarenakan karena metabolit sekunder yang dihasilkan bulu babi berkemampuan menjadi antikanker, antivirus, dan antiinflamasi.

Antioksidan

Antioksidan adalah molekul yang mampu menghambat oksidasi dari molekul oksidan. Oksidasi merupakan reaksi kimia yang memindahkan elektron dari satu substansi ke agen oksidan. Uji aktivitas antioksidan ini meliputi beberapa cara yaitu DPPH (1-1 Difenil-2-Pikrilhidrazil), CUPRAC (Cupric Ion Reducting

Antioxidant Capacity), ABTS, Suproksidae dismutase.

a. Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

Dibandingkan dengan pendekatan lain, pendekatan ini memiliki tingkat sensitivitas tertinggi. Menurut Winarsi (2007), DPPH tetap menjadi molekul yang stabil bahkan setelah penyimpanan yang lama. Menurut konsep pengujian, ketika bahan kimia antioksidan bereaksi dengan DPPH, DPPH hancur dan berubah warna menjadi ungu. Spektrofotometer tampak dengan panjang gelombang 517 nm akan digunakan untuk mendeteksi serapan warna kuning akibat kerusakan tersebut (Hanani *et al.*, 2005). Warna sampel berubah menjadi kuning untuk menunjukkan adanya antioksidan.

Menggunakan 1,1 difenil-2-pikrilhidrazil untuk melakukan uji antioksidan adalah salah satu contohnya. Ekstrak kemudian ditimbang, dilarutkan dalam 20 mililiter etanol, dan diaduk hingga homogen (konsentrasi 1000 ppm). Konsentrasi masing-masing ekstrak yang dihasilkan berbeda-beda, antara lain 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, dan 200 ppm. Kemudian, dalam tabung reaksi, campurkan 1,5 ml larutan DPPH 1 mM dengan 0,5 ml etanol hingga diperoleh larutan kosong. Selanjutnya aduk hingga semuanya merata. Selanjutnya, 1,5 ml larutan DPPH 1 mM ditambahkan ke 0,5 ml larutan jadi. Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 517 nm digunakan untuk mengukur serapan setelah campuran diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C. Rumus IC50 digunakan untuk menghitung persen penghambatan setelah absorbansi ditentukan.

Tabel 8. Hasil uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dari ekstrak etanolik gonad *Diadema setosum*.

No	Konsentrasi (µg/mL)	Aktivitas Antioksidan (%)	Nilai IC ₅₀ (µg/mL)
1	200	9,93	4460, 1505
2	400	12,36	
3	600	14,61	
4	800	16,29	
5	1000	17,23	

Referensi: Yusuf et al., (2022)

b. Metode CUPRAC (*Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity*)

Menurut Wisyastuti (2010), pereaksi kromogenik metode ini menggunakan bis (Neocuprion) tembaga (II) ($\text{Cu}(\text{Nc})_2^{2+}$). Selanjutnya, pereaksi berwarna biru $\text{Cu}(\text{Nc})_2^{2+}$ akan tereduksi menjadi warna kuning $\text{Cu}(\text{Nc})_2^+$ kemudian diukur panjang gelombangnya.

c. Metode ABTS (*2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)*)

Karadag et al., (2009) menjelaskan, metode ini menggunakan cara yaitu dengan menambahkan sampel ke sistem radikal bebas dan pengaruh inhibisi diukur untuk menentukan kapasitas total antioksidan dari sebuah sampel.

d. *Suproksidase dismutase* (SOD)

Pinnel (2003) menjelaskan bahwa, SOD berfungsi dalam menjaga area ekstraseluler dari dampak negatif ($^+\text{O}_2^-$). Lalu, dalam mempertahankan membran sel adalah tugas dari antioksidan nonenzimatik. Seperti glutathion dan asam askorbat (Vitamin C), Vitamin E, dan ubiquinol (CoQ_{10}).

APLIKASI BULU BABI *Diadema setosum* UNTUK KOSMETIK

Gonad *D. setosum* memiliki nilai komersil yang tinggi khususnya dalam bidang pengolahan pangan, salah satunya menjadi nugget. Kemudian dalam bidang industri kecantikan dapat digunakan sebagai bahan tambahan kosmetik, seperti *body lotion*. Ndruru (2019) menyatakan,

beberapa bagian tubuh manusia sangat peka terhadap rangsangan, contohnya kulit karena kulit terletak dibagian paling luar tubuh. Selain itu, fungsi fisik lain dari kulit ialah sebagai pelindung dan membantu menjaga agar suhu tubuh tetap optimal (Slamet dan Waznah, 2019).

Dikarena terletak pada bagian luar, kulitlah yang langsung mengalami paparan sinar matahari yang mengandung sinar UV, obat-obatan, polusi udara, asap rokok dan kendaraan, alkohol, dan zat lainnya (Daud et al., 2018). Kusumastuti dan Rahma (2021) menyatakan, semakin lam terpapar oleh radikal bebas tersebut dapat memberikan efek buruk pada kulit seperti penuaan dini, kulit kering, dan berkerut. Tidak hanya akibat dari terpapar sinar matahari saja yang dapat merudak kulit, namun terlalu sering terpapar *air conditioner* (AC) juga dapat menyebabkan kuling menjadi kering karena kurangnya hidrasi (Anggiarti et al., 2022).

Menurut Pujiastuti dan Monica (2019), tekstur yang baik untuk body lotion adalah yang tidak terlalu cair saat dioleskan dikulit. Maka dari itu, *body lotion* merupakan salah satu produk kecantikan yang dapat digunakan pada kulit untuk membantu menyelesaikan permasalahan tersebut (Rusli dan Fransisca, 2017). Tjiyang et al., (2019) menyatakan, dalam memilih produk *body lotion* juga tidak bisa sembarangan, karena terdapat beberapa merk yang menggunakan bahan yang berbahaya bagi kulit manusia. Satheesan et al., (2020) menyatakan bahwa, dalam pembuatan *moisturizer body lotion* komposisi dan konsentrasi harus sesuai, agar produk yang dihasilkan memiliki efektivitas yang baik.

Bahan alami yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan tambahan yang digunakan dalam membuat *body lotion* ialah gonad bulu babi dan ekstrak lamun. Arif et al., (2021) menjelaskan, jenis lamun yang bisa digunakan adalah *Enhalus* karena mengandung antioksidan yang tinggi. *Enhalus acoroides* merupakan lamun yang sering diteliti karena mengandung senyawa aktif seperti

flavonoid dan tanin (Amudha et al., 2018). Selain itu, Nur et al., (2021) menyatakan, lamun jenis ini juga digunakan sebagai antibakteri karena memiliki senyawa tanin dan alkaloid. Tanin berguna dalam mensintesis siklus sel sedangkan alkaloid sebagai penghalang proses oksidatif yang akan menyebabkan kanker (Widiastuti et al., 2021).

Menurut Arief et al., (2021), lamun yang di ekstrak ke dalam gel etosom dapat berkemampuan menjadi pelembab dan pencerah kulit karena banyaknya nutrisi yang terkandung di dalamnya. Lestiono et al., (2020) menyatakan, karena mengandung vitamin A dan asam amino esensial inilah yang membuat gonad *D. setosum* sangat cocok jika digunakan dalam bidang kosmetik karena dapat membantu meregenerasi kulit agar kulit tetap sehat.

Aplikasi Gonad Bulu Babi *D. setosum* sebagai Mosturizer Body Lotion

Pemanfaatan gonad bulu babi memiliki potensi yang besar pada bidang komersil. Selain bermanfaat dalam bidang pangan, gonad bulu babi juga memiliki manfaat dalam bidang kosmetik, yaitu sebagai formulasi yang ditambahkan dalam pembuatan *moisturizer body lotion*. Salah satu gonad bulu babi yang bisa dijadikan *moisturizer body lotion* adalah jenis *D. setosum* karena bulu babi ini memiliki kandungan protein yang bisa berpotensi menjadi pencegah penuaan dan membantu dalam regenerasi sel kulit. Dalam pembuatannya, gonad bulu babi *D. setosum* bisa ditambahkan juga dengan ekstrak lamun sebagai pelembab tambahan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdulkadir, W.S., Sy.Pakaya, M., Ramadhani, F.N., Uno, W.Z., Salama, A. 2023. Analisis Kualitatif Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Jamur Endofit Cangkang Bulu Babi (*Diadema setosum*).

Indonesian Journal of Pharmaceutical Education (E-Journal). 3(2): 280-290.

Abubakar, L.A., Mwangi, C.M., Uku, J.U., Ndirangu, S.N. 2012. Antimicrobial Activity of Various Extract of The Sea Urchin *Tripneustes gratilla* (Echinoidea). *African Journal of Pharmacology and Therapeutics*, 1(1): 19-23.

Abudi, A.R. n.d. Kandungan Gizi Bulu Babi (*Diadema setosum*) dan Potensi Cangkangnya sebagai Antibakteri.

Afifudin, I.K., Suseno, S.H., Jacob, A.M. 2014. Profil Asam Lemak dan Asam Amino Gonad Bulu Babi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(1): 60-70.

Akerina, F.O., Nurhayati, T., Suwandy, R. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Antibakteri dari Bulu Babi . *JPHPI*. 18(1): 61-73.

Alwi, D., Muhammad, S.H., Tae, I. 2020. Karakteristik Morfologi dan Indeks Ekologi Bulu Babi (Echinoidea) di Perairan Desa Wawama Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*. 4(1).

Alwi, D., Muhammad, S.H., Tae, I. 2020. Karakteristik Morfologi dan Indeks Ekologi Bulu Babi (Echinoidea) di Perairan Desa Wawama Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*. 4(1): 23-32.

Amudha, P., Jayalakshmi, M., Pushpabharathi, N., Vanitha, V. 2018. Identification of Bioactive Components in *Enhalus acoroides* Seagrass Extract by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Asian Journal of Pharmaceutical Clinical Research*. 11(10): 313-317.

Anggiarti, P.I.D., Irmayatul, H., Sevia, I.P. 2022. Analisis Kelembaban Ruangan Ber-AC terhadap Kelembaban Kulit

- Berbasis Mikrokontroler. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering*. 4(2): 80-92.
- Angka, S.L., & Suhartono, T.S. 2000. *Bioteknologi Hasil Laut*. Bogor: Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor.
- Apriandi, A., Putri, R.M.S., Tanjung, I. 2020. Karakterisasi, Aktivitas Antioksidan dan Komponen Bioaktif Bulu Babi (*Diadema savignyi*) dari Perairan Pantai Trikora Tiga Pulau Bintan. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*. 37(1): 49-54.
- Aprilia, H.A., Pringgenies, D., Yudiati, E. 2012. Uji Toksisitas Ekstrak Kloroform Cangkang dan Duri Landak Laut (*Diadema setosum*) terhadap Mortalitas *Nauplius artemia* sp. *Journal Marine Research*. 1(1): 75-83.
- Ardiman. n.d. Karakteristik dan Manfaat Bulu Babi *Diadema setosum* di Perairan Indonesia.
- Arif, M., Faizatun., Anny, V.P. 2021. Formulasi Sediaan Gel Etosom Ekstrak Lamun (*Enhalus acoroides*) sebagai Pencerah dan Pelembab pada Kulit. *Jurnal Kartika Ilmiah*. 4(1): 1-12.
- Ayyagari, A & Kondamudi, R.B. 2014. Ecological Significance of the Association Between *Stomopneustes variolaris* (Echinoidea) and *Lumbrineris latreilli* (Polychaeta) from Visakhapatnam Coast India. *Journal of Marine Biology*.
- Badriyah, L., Asih., E.N.N., Ni'amah, S.N., Ningrum, R.H., Mardiyanti, Y., Wulansari, D.R. 2023. Deteksi Indikasi Eritema Pada Sediaan Hand Body Lotion dari Ekstrak Lamun (*Enhalus acoroides*) dan Gonad Bulu Babi (*Diadema setosum*). *Jurnal Perikanan*. 13(1): 299-306.
- Badriyah, L., Asih., E.N.N., Ni'amah, S.N., Ningrum, R.H., Mardiyanti, Y., Wulansari, D.R. 2023. Penambahan Ekstrak Lamun (*Enhalus acoroides*) dan Gonad Bulu Babi (*Diadema setosum*) sebagai Formulasi Sediaan Mosturizer Body Lotion. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 26(1).
- Basmal, J. 2010. Ikan Gindara (*Lepidocybium flavobrunneum*) sebagai Sumber Asam Lemak Esensial. *Squalen*. 5(3): 109-117.
- Bronstein, O., Georgopoulou, E., Kroh, A. 2017. On the Distribution of the Invasive Long-Spined Echinoid *Diadema setosum* and its Expansion in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*. 583: 163-178.
- Chasanah, E & Andamari, R. 2011. Komposisi Kimia, Profil Asam Lemak dan Asam Amino Gonad Bulu Babi *Tripneustes gratilla* L dan *Salmanic* sp. dan Potensi Pengembangannya. Di dalam *Prosiding Seminar Kelautan LIPI-UNHAS ke 1* (pp. 269-274). Balitbang Sumberdaya Laut, Puslitbang Oseanologi-LIPI.
- Chen, G., Xiang, W., Lau, C., Peng, J., Qiu, J.-W., Chen, F., Jiang., Y. (2010). A Comparative Analysis of Lipid and Carotenoid Composition of the Gonads of *Anthocidaris crassispina*, *Diadema setosum* and *Salmacis sphaeroides*. *Food Chemistry*, Vol.120 (4): 973-977.
- Dahl, W.J., Jebson, P., Louis, D.S. 2010. Sea Urchin Injuries to the Hand: A Case Report and Review of the Literature. *The Iowa Orthopaedic Journal*. 30: 153-156.
- Daud, N.S., Musdalipah., Idayati. 2018. Optimasi Formula Lotion Tabir Surya Ekstrak Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*) Menggunakan Metode Desain D-

- Optimal. *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis*. 5(2): 72-77.
- Delianis, P., Ana, A., Indriatmoko., Sri, S., Dwi. 2016. The Potency of Sea Urchin (*Diadema setosum*) Gonad on Brain Cells of White Rats (*Rattus norvegicus*). *Asian Journal of Pharmaceutics*. 10(2): 100-107.
- Evi, M., Alimuddin, A.H., Desniarti, L. 2015. Pemanfaatan Ekstrak Landak Laut (*Diadema setosum*) dari Pulau Lemukutan sebagai Antijamur *Candida albicans*. *JKK*. 4(4): 61-65.
- Firmandana, T.C. 2014. Kelimpahan Bulu Babi (*Sea urchin*) pada Ekosistem Karang dan Lamun di Perairan Pantai Sundak, Yogyakarta. *Management of Aquatic Resources Journal*. 3(4): 41-50.
- Hadinoto, S., Sukaryono, I.D., Siahay, Y. (2016). Kandungan Gizi Bulu Babi (*Diadema setosum*) dan Potensi Cangkangnya sebagai Antibakteri. *Seminar Nasional Lahan Basah* (pp. 260-265). Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat.
- Hadinoto, S., Sukaryono, I.D., Siahay, Y. 2017. Kandungan Gizi Gonad dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Cangkang Bulu Babi (*Diadema setosum*). *JPB Kelautan dan Perikanan*. 71-78.
- Hanani, E., Mun'im, A., Sekarini, R. 2005. Identifikasi Senyawa Antioksidan dalam Spons *Calyspongia* sp. dari Kepulauan Seribu. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 11(3): 127-133.
- Idiawati, N., Novita, I., Nurdiansyah, S.I., Minsas, S., Siregar, S. 2022. Identifikasi Kolagen dari Cangkang Bulu Babi (*Diadema setosum*) Asal Perairan Pulau Lemukutan. *Marinade* .5(2): 136-141.
- Indrawati, I., Hidayat, T.R., Rossiana, N. 2018. Antibakteri dari Bulu Babi (*Diadema setosum*) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* . *Jurnal Biodjati*. 3(2): 183-192.
- Kakilo, M.R. n.d. Pemanfaatan Bulu Babi (*Diadema setosum*) sebagai Kebutuhan Farmatologi dan Sumber Pangan.
- Karadag, A., Ozcelik, B., Saner, S. 2009. Review of Methods to Determine Antioxidant Capacities. *Food Anal*. 2: 41-60.
- Kato, S & S.C. Schroeter. 1985. Biology of the Red Sea Urchin, *Strongylocentrotus Franciscanus* and its Fishery. In California Marine Fisheries Review.
- Kusumastuti, A. & Rahma, H.S. 2021. Application of Parijoto (*Medinilla speciosa* L.) Extract as Body Lotion. *Sriwijaya International Conferences on Earth Sciences and Environmental Issue*. 1-5.
- Lestiono, L., & Krenamurti, A. 2020. Aktivitas Analgesik Ekstrak Etanol Bulu Babi (*Echinometra mathei*) pada Mencit Putih Jantan. *Journal of Herbal, Clinical and Pharmaceutical Science (HERCLIPS)*. 1(2): 7-12.
- Mangindaan, R.E.P & Margareth, S.P.L. 2013. Aktivitas Sitotoksik dari Ekstrak Bintang Ular (*Ophiomastix annulosa*) terhadap Perkembangan Awal Embrio Bulu Babi (*Tripneustes gratilla*). *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 3(1).
- Milla, M.R., & Maiyasa, F. 2022. Karakteristik Kimiawi Kecap Bulu Babi (*Diadema setosum*) dengan Lama Fermentasi yang Berbeda. *MARINADE*. 5(1): 10-18.
- Muhamad, N.A., & Mohamad, J. 2012. Fatty Acid Composition of Selected Malaysian Fishes. *Sains Malaysiana*. 41(1): 81-94.

- Musfirah, N.H. 2018. Struktur Komunitas Bulu Babi (Echinoidea) yang Berasosiasi dengan Ekosistem Lamun di Pulau Barrang Lompo, Provinsi Sulawesi Selatan. Skripsi Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin Makassar. 68 Hal.
- Nduru, E. 2019. Penerapan Metode Certainty Factor dalam Mendiagnosa Penyakit Cacar pada Kulit Manusia. *Jurnal Armada Informatika*. 3(1): 1-13.
- Nur, R.M., Nurafni., Koroy, K., Alwi, D., Wahab, I., Sulistiawati, S., Dewi, R., Rorano, M. 2021. The Antibacterial Activity of Seagrass *Enhalus acoroides* Against *Staphylococcus aureus*. *International Conferences on Fisheries and Marine*. 1-7.
- Padang, A., N. T. 2019. Kandungan Gizi Bulu Babi (Echinoidea) . *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*. 12(2): 220-227.
- Pinnel, S.R. 2003. Cutaneous Photodamage, Oxidative Stress, and Topical Antioxidant Protection. *Journal Am Acad Dermatol*. 48: 1-9.
- Prasetyo, E., Zaida, A.A., Wulan, I.N., W. P. 2019. Kekayaan Jenis Bulu Babi (*Sea urchin*) di Kawasan Perairan Pantai Gunung Kidul, Yogyakarta. *Biospecies*. 12(1): 33-39.
- Pringgenies, D., Ridlo, A., I. 2020. Study of Nutritional Contents of Sea Urchin Gonad from Drini Beach, Gunung Kidul, Yogyakarta. *Journal Trunojoyo*. 13(3).
- Puspita, C., Moehammad, N., Irawan, B. 2012. Study on the habitat Preference of *Diadema setosum* in Bama Coast Baluran National Park. 18: 19-23.
- Radjab, A.W. 2001. Reproduksi dan Siklus Bulu Babi (Echinoidea). *Oseana*.
- Radjab, A.W., Khouw, A.S., Mosse, J.W. 2010. Pengaruh Pemberian Pakan terhadap Pertumbuhan dan Reproduksi Bulu Babi (*Tripneustes gratilla L*) di Laboratorium.
- Rahman, M., Ami, S., Yusoff, F., Arshad, A., Kuppan, P., Shamsudin. 2012. Length Weight Relationship and Fecundity Estimates of Long-Spined Sea Urchin, *Diadema setosum*, from the Pulau pangkor, Peninsular Malaysia. *Aquaculture Ecosystem Healht Management*. 15: 311-315.
- Rahman, R.A. & Al Asif, A. 2023. Proximate and Mineral Composition of the Long-Spined Sea Urchin (*Diadema setosum*) Roe. *Borneo Journal of Sciences & Technology*. 5(1): 31-39.
- Rusli, N. & Francisca, P. 2017. Formulasi hand and Body Lotion Antioksidan Ekstrak Daun Muda Jambu Mete (*Anacardium acidendale L.*) . *Jurnal Warta Farmasi*. 6(1): 57-64.
- Sabilu, Y., Jafriati., Madjid, R. 2022. Test of Bioactivity and Antioxidant Activity of Sea Urchin (*Diadema setosum*) Gonads as Medicinal Ingredients Based on Marine Biodiversity. *Journal of Southwest Jiaotong University*. 57(1).
- Sabilu, Y., Jafriati., Zainuddin, A. 2022. Testing the Toxicity, Protein Content, and Anticholesterol of the Ethanol Extract of the Sea Urchin (*Diadema setosum*) Gonad as Marine Biodiversity-Based Medicinal Ingredients. *Journal of Hunan University (Natural Sciences)*. 49(9).
- Sadu, Y.H. n.d. Kandungan Gizi Bulu Babi *Diadema setosum*.
- Salma, W.O., Wahyuni, S., Yusuf, I., Haya, L.O.M.Y., Yusuf, I., As'ad, S. 2016. Immune Nutrient Content of Sea Urchin (*Diadema setosum*) Gonads.

- International Journal of Nutrition and Food Sciences*. 5(5): 330-336.
- Salma, W.O., Asriati., Eso, A., Kusnan, A., Fristiody, A., Nurdin, K.D.S., Bastaman, M.R., Abdilah, M.N., Mudjahidah, N.H. 2020. Gonad Extracts of *Diadema setosum* as Potential Antibacterial Agent Derived from Wakatobi District Sea Waters Southeast Sulawesi Province-Indonesia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*. 49(1): 125-132.
- Sari, T.P., As-syakur, Abd.R., Suteja, Y., Wiyanto, D.B. 2017. Hubungan kepadatan Bulu Babi (Echinoidea) dan Tutupan Terumbu karang pada Kawasan Intertidal Pantai Sanur. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 3(2): 134-141.
- Shankarlal, S., Prabu, K., Natarajan, E. 2013. Amino Acid Profile of Purple Sea Urchin Shell (*Salmacis virgulata*, L. Agassiz and Desor 1846). *Advances in Applied Sciences Research*. 4(3): 23-26.
- Siahaya, D. 2009. Analisis Kandungan Asam Lemak pada Gonad Bulu Babi (*Tripneustes gratilla* L.). *Ichtyos*. 8(2): 75-79.
- Sibiya, A., Jeyavani, J., Sivakamavalli, J., Ravi, C. 2021. Bioactive Compounds from Various Types of Sea Urchin and Their Therapeutic Effects-A Review. *Regional Studies in Marine Science*. 44(6).
- Siki, L.N. n.d. Seksualitas Bulu Babi (Echinoidea) dan Kematangan Gonad *Diadema setosum*.
- Silaban, B & Srimariana, E. 2013. Kandungan Nutrisi dan Pemanfaatan Gonad Bulu Babi (*Echinotrix calamaris*) dalam Pembuatan Kue Bluder. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 6(2): 108-118.
- Silaban, B. 2012. Profil Asam Lemak Gonad Bulu Babi (*Diadema setosum*) dan Karakteristik Sensoris Hasil Olahannya. *Jurnal Media Ilmiah MIPA*. 9(1): 1-6.
- Silalahi, J. & Nurbaya, S. 2011. Komposisi, Distribusi, dan Sifat Aterogenik Asam Lemak dalam Minyak Kelapa dan Kelapa Sawit. *Journal of the Indonesian Medical Association*. 61(11): 453-457.
- Siska & Suhaeni. 2021. Kandungan Mikroplastik pada Gonad Bulu Babi (*Diadema setosum*) di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar. *Cokroaminoto Journal of Biological Science*. 3(1): 16-20.
- Slamet, S. & Waznah, U. 2019. Optimasi Formulasi Sediaan Handbody Lotion Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis* Linn). *Jurnal Pena*. 33(1): 53-57.
- Sukiman, R., Ali, A., Mu'nisa, A. n.d. Identifikasi Senyawa Bioaktif Ekstrak Bulu Babi (*Diadema setosum*). *Harmonisasi Pembelajaran Biologi pada Era Revolusi 4.0* (pp. 631-635). Jurusan Biologi FMIPA UNM.
- Syachriyani. 2023. Uji Toksisitas Akut Ld₅₀ Ekstrak Cangkang Landak Laut (*Diadema setosum*) terhadap Tikus (*Rattus norvegicus*). *Journal Pharmacy and Application of Computer Sciences*.
- Tama, F.P.A. n.d. Kelimpahan dan Pemanfaatan Bulu Babi (*Diadema setosum*).
- Tjiang, W.M., Astuti, N.M.W., Dewi, N.P.D.K., Andika, P.A., Suariyani, D.P.A., Maharani, G.A.K., Rismayani, P.A. 2019. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Kandungan Paraben dalam Kosmetik Hand Body Lotion. *Indonesian Journal of Legal and Forensic Sciences*. 9(2): 89-96.

- Toha, A.H. 2006. Manfaat Bulu Babi (Echinoidea), dari Sumber Pangan Sampai Organisme Hias. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. (1): 77-82.
- Toha, A.H. 2007. Keragaman Genetik Bulu Babi (Echinoidea). *Jurnal Biota*.12(2).
- Tupan, J. & Bernita. 2017. Karakteristik Fisik-Kimia Bulu Babi *Diadema setosum* dari Beberapa Perairan Pulau Ambon. *Jurnal TRITON*. 71-78.
- Vimono, I.B. 2007. Sekilas Mengenai Landak Laut. *Oseana*. 32(3): 37-46.
- Widiastuti, E.L., Komang, R., Hendri, B. 2021. Anticancer Potency of Seagrass (*Enhalus acoroides*) Methanol Extract in the Hela Cervical Cancer Cell Culture. *Proceedings of the International Conferences on Sustainable Biomass*. 202: 38-42.
- Widyastuti, N. 2010. *Pengukuran Aktivitas Antioksidan dengan Metode CUPRAC, DPPH, dan FRAP serta Kolerasinya dengan Fenol dan Flavonoid pada Enam Tanaman*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Winarsi, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Wulandewi, N.L.E., Subagio, J.N.J.N., Wiryatno, J. 2015. Jenis dan Densitas Bulu Babi (Echinoidea) di Kawasan Pantai Sanur dan Serangan Denpasar-Bali. *SIMBIOSIS*. 3(1).
- Yulianto, A.R. 2012. Pemanfaatan Bulu Babi secara Berkelanjutan pada kawasan Padang Lamun. *Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana, Universitas Indonesia, Thesis*.