

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Tahap 1

1. Spesies Bulu Babi yang ditemukan pada Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di pantai Pasetran Gondo Mayit Kabupaten Blitar pada bulan Maret 2021. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *belt transect* berjumlah 5 stasiun dan pada setiap stasiun terdiri dari 5 plot, sehingga total plot berjumlah 25. Berikut tabel jumlah individu dalam setiap spesies yang ditemukan:

Tabel 4.1 Jumlah Bulu Babi pada Stasiun Penelitian

No	Nama Spesies	Stasiun Penelitian					Jumlah
		I	II	III	IV	V	
1	<i>Stomopneustes variolaris</i>	79	81	90	66	63	379
2	<i>Echinometra oblonga</i>	9	5	6	6	4	30
3	<i>Echinometra mathaei</i>	10	10	6	7	6	39
4	<i>Echinometra viridis</i>	4	2	2	2	1	11
5	<i>Heterocentrotus trigonarius</i>	5	6	5	5	6	27
6	<i>Tripneustes gratilla</i>	2	4	2	-	-	8
7	<i>Tripneustes depressus</i>	-	-	3	-	-	3
8	<i>Tripneustes ventricosus</i>	-	-	2	-	-	2
9	<i>Pseudoboletia maculata</i>	-	1	-	-	-	1
10	<i>Diadema setosum</i>	2	-	1	-	-	3
11	<i>Echinothrix calamaris</i>	2	-	-	-	-	2
Jumlah		113	109	117	86	80	505

Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat bahwa masing-masing stasiun memiliki jumlah individu yang berbeda dengan keseluruhan jumlah individu yang ditemukan yaitu 505. Stasiun 1 memiliki jumlah individu sebanyak 113,

stasiun 2 berjumlah 109 individu, stasiun 3 berjumlah 117 individu, stasiun 4 berjumlah 86 individu, dan stasiun 5 yaitu berjumlah 80 individu. Terdapat satu spesies yang mendominasi pada kelima stasiun penelitian yaitu *Stomopneustes variolaris* dengan jumlah individu 379. Sedangkan spesies paling sedikit yaitu *Pseudoboletia maculata* hanya berjumlah satu.

Data yang diperoleh, selanjutnya diidentifikasi dan dicari klasifikasinya menggunakan e-book Panduan Lapangan Identifikasi Ikan Karang dan Invertebrata Laut karangan setiawan (2010), *Monograph of Shallow-Water Indo-West Pacific Echinoderm* karangan Clark & Rowe (1971) , dan pedoman identifikasi pada laman internet *The World Echinoidea Database* (www.marinespecies.org/echinoidea/). Selain itu, data juga dikatakan telah valid oleh Bapak Arif Mustakim, M.Si. selaku dosen ahli materi. Berikut adalah tabel klasifikasi bulu babi yang ditemukan pada lokasi penelitian:

Tabel 4.2 Klasifikasi Bulu Babi di Pantai Pasetran Gondo Mayit

ORDO	FAMILI	GENUS	SPESIES
Stomopneustoida	Stomopneustidae	Stomopneustes	<i>Stomopneustes variolaris</i>
Camarodonta	Echinometridae	Echinometra	<i>Echinometra oblonga</i>
			<i>Echinometra mathaei</i>
			<i>Echinometra viridis</i>
	Toxopneustidae	Heterocentrotus	<i>Heterocentrotus trigonarius</i>
		Tripneustes	<i>Tripneustes gratilla</i>
			<i>Tripneustes depressus</i>
<i>Tripneustes ventricosus</i>			
	Pseudoboletia	<i>Pseudoboletia maculata</i>	
Diadematoidea	Diadematidae	Diadema	<i>Diadema setosum</i>
		Echinothrix	<i>Echinothrix calamaris</i>

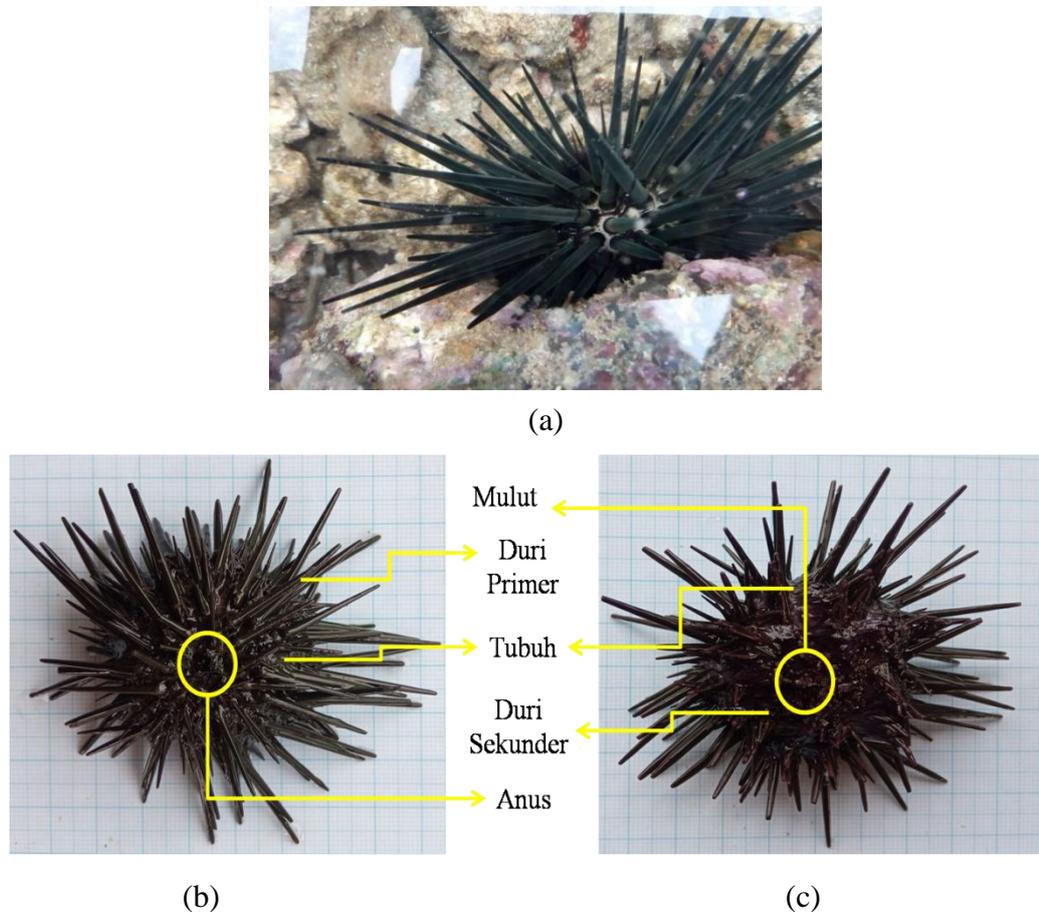
Berdasarkan tabel 4.2 dapat diketahui bahwa bulu babi yang ditemukan di pantai Pasetran Gondo Mayit terdiri dari 3 ordo, 4 famili, 7 genus, dan 11 spesies. Adapun deskripsi beserta gambar setiap spesies adalah sebagai berikut:

a. *Stomopneustes variolaris* (Lamarck, 1816)

Stomopneustes variolaris memiliki bentuk tubuh oval dan berwarna hitam kecoklatan berdiameter kisaran antara 50-62 mm. Termasuk dalam jenis bulu babi regularia karena posisi anus berada pada sisi aboral dan mulut pada sisi oral. Berduri tegak, permukaan kasar dan ujung tumpul. Duri primer yang berada pada sisi aboral memiliki panjang berkisar antara 20-40 mm, berguna sebagai alat pertahanan diri terhadap serangan predator dan duri sekunder atau dapat disebut juga kaki tabung panjang berkisar antara 2-4 mm, berguna sebagai alat pergerakan dan melekat pada substrat. *Stomopneustes variolaris* memiliki ciri khusus yaitu duri akan terlihat berwarna kehijauan apabila terpapar sinar matahari.¹¹⁷ Bulu babi ini termasuk dalam jenis omnivora, makanannya berupa alga dan puing-puing bagian tubuh invertebrata lain. Banyak ditemukan pada lokasi penelitian dengan menempati substrat celah batu dan karang mati. Daerah tropis Indo-Pasifik dan lautan subtropis merupakan tempat persebaran dari spesies ini, terutama di daerah pesisir dengan kedalaman air hingga 18 m.¹¹⁸

¹¹⁷ Suryanti Suryanti, dkk., Morfologi Anatomi dan Indeks Ekologi Bulu Babi di Pantai Sepanjang Kabupaten Gunungkidul Yogyakarta, *Buletin Oseanografi Marina*, 2020, Vol. 9, No. 2, hal. 96

¹¹⁸ Raju Saravanan, et.al., *Prioritized Species for Mariculture in India*, (Kochi: ICAR - Central Marine Fisheries Research Institute, 2017), hal. 324-325

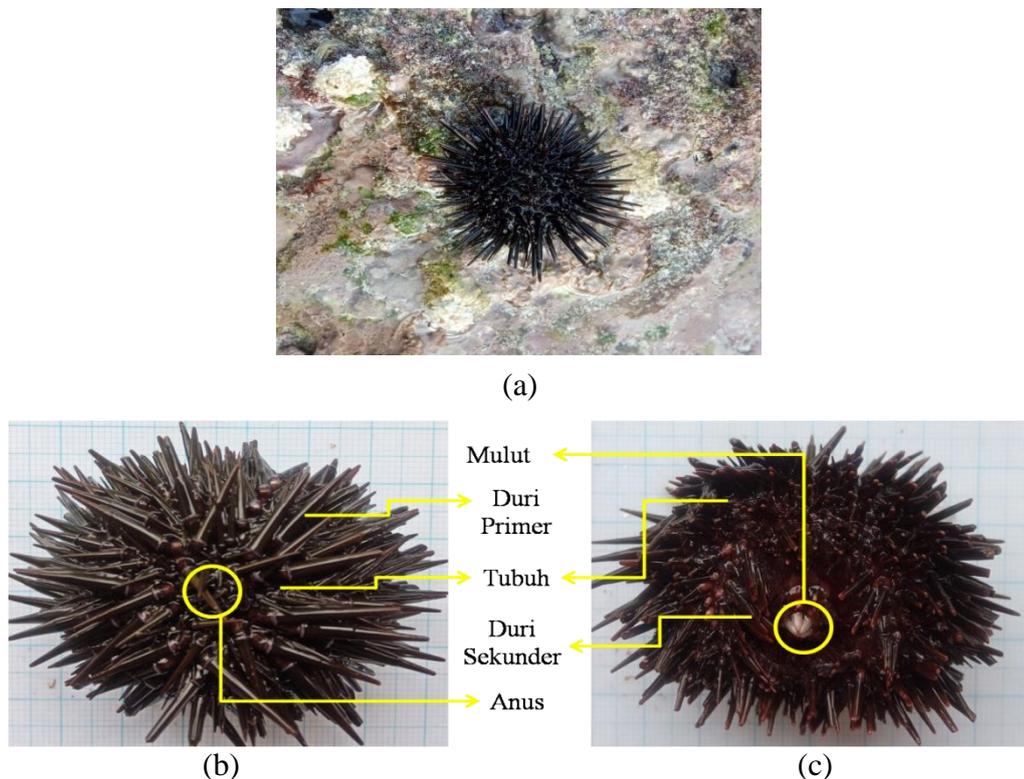


Gambar 4.1 *Stomopneustes variolaris* (a) Habitat (b) Aboral (c) Oral (Dokumentasi pribadi)

b. *Echinometra oblonga* (Blainville, 1825)

Echinometra oblonga memiliki bentuk tubuh oval dan memiliki warna tubuh hitam dengan diameter 50-61 mm. Termasuk dalam jenis bulu babi regularia karena posisi anus berada pada sisi aboral dan mulut pada sisi oral. Duri berwarna hitam sedikit kecoklatan. Karakter durinya yakni tidak terlalu panjang, tumpul, dan tebal. Panjang duri primer pada sisi aboral berkisar antara 20-27 mm, berguna sebagai alat perlindungan diri terhadap predator, sedangkan panjang duri sekunder atau kaki tabung pada sisi oral berkisar antara 2-8 mm, berguna sebagai alat pergerakan dan melekat pada substrat. Spesies ini tersebar di setiap stasiun pengamatan, serta ditemukan pada celah

batu karang. Hal ini dilakukan sebagai bentuk adaptasi agar dapat bertahan hidup pada kondisi ekstrim seperti perubahan suhu, salinitas, dan terpaan ombak.¹¹⁹ *Echinometra oblonga* merupakan jenis bulu babi herbivora dan umumnya memiliki sebaran di perairan dangkal zona pasang surut dengan rata-rata kedalaman 10 m di kawasan Indo-Pasifik barat.¹²⁰



Gambar 4.2 *Echinometra oblonga* (a) Habitat (b) Aboral (c) Oral (Dokumentasi pribadi)

c. *Echinometra mathaei* (Blainville, 1825)

Echinometra mathaei yang ditemukan pada stasiun pengamatan dominan menempati celah-celah batu karang. Spesies ini memiliki

¹¹⁹ C. Landry, dkk., Recent speciation in the Indo-West Pacific: Rapid Evolution of Gamete Recognition and Sperm Morphology in Cryptic Species of Sea Urchin. *Proc Biol Sci*, 2013, hal. 1839

¹²⁰ Timothy R. McClanahan & Nyawira A. Muthiga, Ecology of *Echinometra* Chapter 15, Edible Sea Urchins: Biology and Ecology Second Edition: John M. Lawrence (ed), *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Vol. 37, 2007, hal. 298

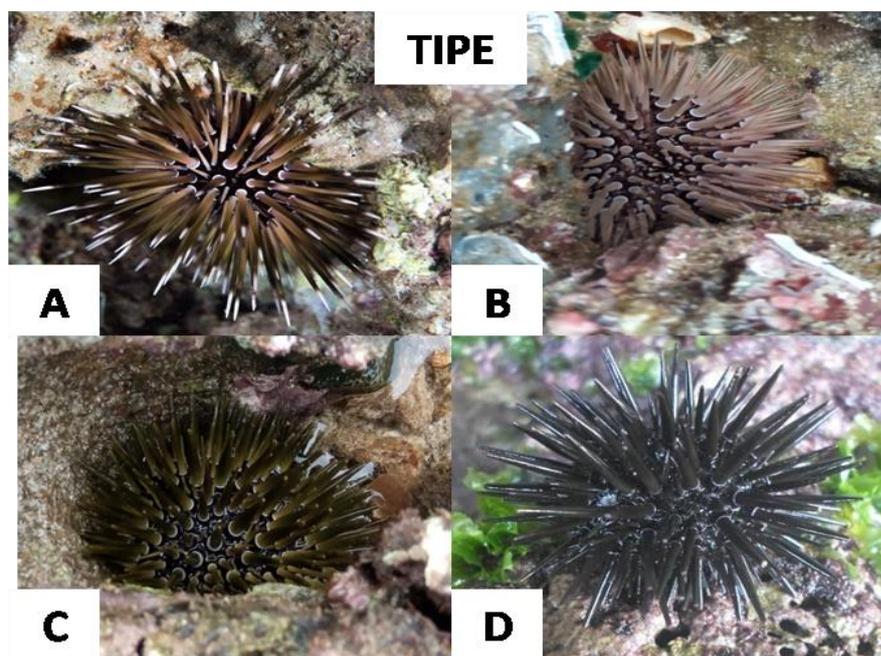
karakteristik yakni tubuh berbentuk bulat, berwarna hitam berdiameter kisaran 40-50 mm. Termasuk dalam jenis bulu babi regularia karena posisi anus berada pada sisi aboral dan mulut pada sisi oral. Tubuhnya dikelilingi duri yang runcing, tidak terlalu panjang, permukaan halus, dan mengandung racun. Duri primer yang terletak pada sisi aboral memiliki panjang kisaran 8-13 mm, berguna sebagai alat perlindungan diri dari serangan predator. Duri sekunder pada sisi oral memiliki panjang berkisar antara 2-5 mm, berguna sebagai alat pergerakan dan melekat pada substrat. *Echinometra mathaei* memiliki warna duri yang sangat bervariasi. Pada stasiun pengamatan ditemukan 4 tipe dengan warna duri yang berbeda yaitu *Echinometra mathaei* tipe A duri berwarna coklat dengan bagian ujung duri putih, tipe B coklat muda, tipe C hijau, dan tipe D coklat kehitaman. Bentuk dan permukaan duri kelima tipe spesies ini memiliki kesamaan. Jumlah pasangan pori dominan 4 pasang pada semua jenis kecuali pada tipe duri coklat kehitaman berjumlah 5 pasang dengan pola lebih melengkung.¹²¹ Terdapat perbedaan ukuran pada keempat tipe spesies ini, dimana tipe A memiliki ukuran yang lebih besar dari pada tipe lainnya. Perbedaan disebabkan oleh cara hidup dan mencari makan yang berbeda. Pada bulu babi tipe A memiliki kebiasaan yang lebih aktif dalam mencari makan di daerah yang terbuka dan ditumbuhi alga, sedangkan

¹²¹ Wirda Az Umagap, Keragaman Spesies Landak Laut (*Echinoidea*) Filum Echinodermata Berdasar Morfologi Di Perairan Dofa Kabupaten Kepulauan Sula, *Jurnal Bioedukasi*, Vol 1, No. 2, 2003, hal. 98

bulu babi tipe lainnya memiliki kebiasaan meliang untuk menunggu makanan yang terperangkap dalam liang tersebut.¹²²

Keempat tipe tersebut masih menjadi pertanyaan bagi banyak ilmuwan apakah dapat disebut sebagai spesies yang sama ataupun berbeda. Seperti halnya *Echinometra mathaei* di Okanawa yang dibagi menjadi 4 tipe yaitu Echinometra tipe A (ujung duri berwarna putih atau seluruhnya putih), tipe B (coklat), tipe C (hijau kehitaman) dan tipe D (coklat kehitaman).¹²³

Echinometra mathaei merupakan jenis bulu babi herbivora dan memiliki persebaran di perairan dangkal zona intertidal dengan rata-rata kedalaman 10 m di kawasan Indo-Pasifik.¹²⁴

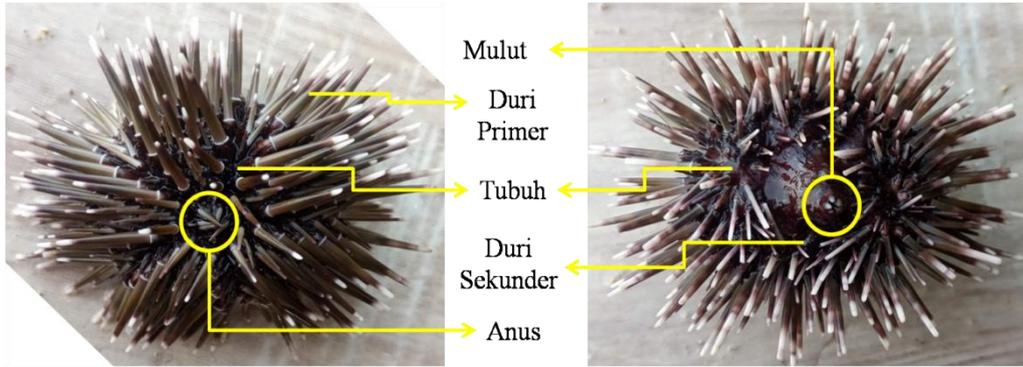


(a)

¹²² Moningkey, Pertumbuhan Populasi Bulu Babi (*Echinometra mathaei*) di Perairan Pesisir Kima Bajo Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol. 6, No. 2, 2010, Hal. 76

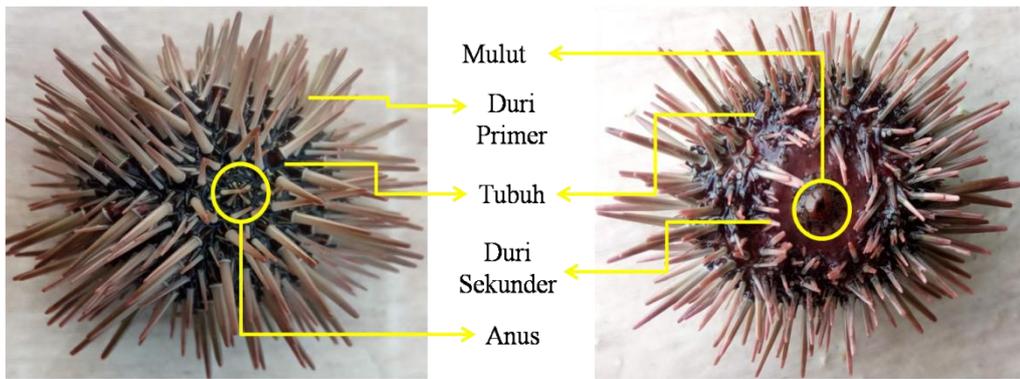
¹²³ *Ibid.*, Hal. 98

¹²⁴ Timothy R. McClanahan & Nyawira A. Muthiga, *Ecology of Echinometra...*, Hal. 298



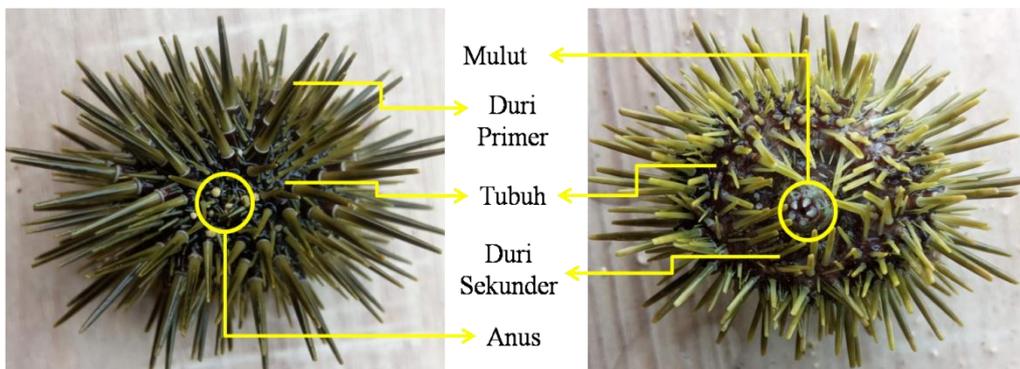
(b)

(c)



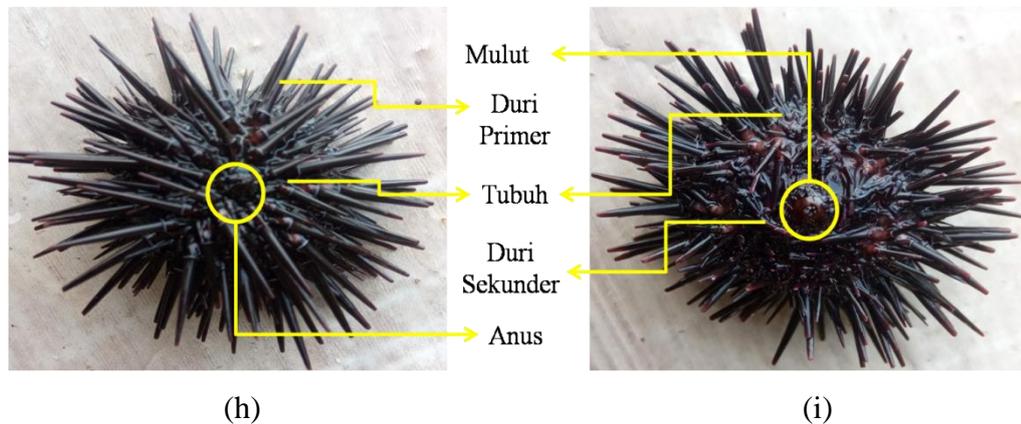
(d)

(e)



(f)

(g)



(h) (i)
Gambar 4.3 *Echinometra mathaei* (a) Habitat (b) Aboral tipe A (c) Oral tipe A (d) Aboral tipe B (e) Oral tipe B (f) Aboral tipe C (g) Oral tipe C (h) Aboral tipe D (i) Oral tipe D (Dokumentasi pribadi)

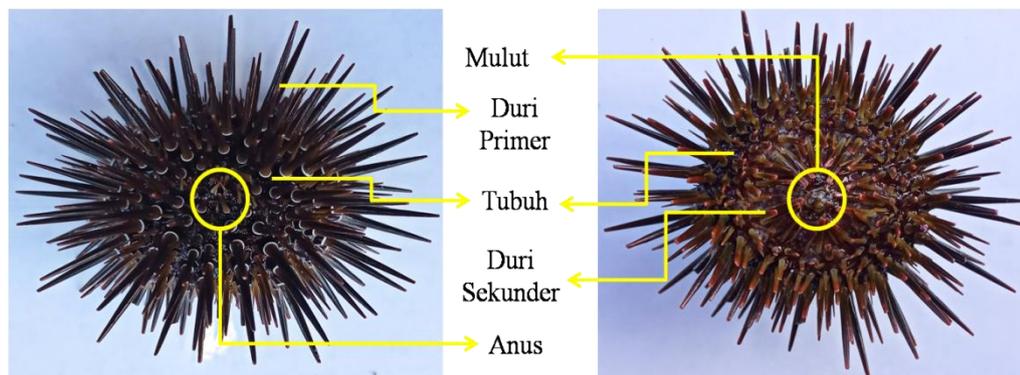
d. *Echinometra viridis* (A. Agassiz, 1863)

Echinometra viridis berbentuk bulat sedikit memanjang dan berwarna hitam kecoklatan, memiliki diameter tubuh rata-rata 50 mm. Termasuk dalam jenis bulu babi regularia karena posisi anus berada pada sisi aboral dan mulut pada sisi oral. Duri berwarna coklat terang sedikit merah, ujung duri berwarna lebih gelap dari pada pangkalnya, tidak terlalu panjang, tebal, runcing, jarak antar durinya rapat dengan tanda titik-titik berwarna putih yang jelas melingkar pada bagian pangkal tumbuhnya duri. Duri primer pada sisi aboral memiliki panjang berkisar antara 20-30 mm, berguna sebagai alat perlindungan diri terhadap serangan predator. Duri sekunder pada sisi oral berukuran 2-7 mm, berguna sebagai alat pergerakan dan melekat pada substrat. Memiliki kebiasaan menyembunyikan diri di celah-celah atau di bawah batu-batu pada lokasi penelitian. Tergolong jenis bulu babi yang nokturnal, lebih aktif pada malam hari untuk mencari makan dengan merumput di kawasan yang terdapat alga karena bulu babi ini termasuk jenis

herbivora.¹²⁵ *Echinometra viridis* memiliki sebaran di samudra Atlantik Barat dan Laut Karibia dari Florida selatan hingga Venezuela, dengan batas kedalaman 15 meter dari permukaan air laut.¹²⁶



(a)



(b)

(c)

Gambar 4.4 *Echinometra viridis* (a) Habitat (b) Aboral (c) Oral (Dokumentasi pribadi)

e. *Heterocentrotus trigonarius* (Lamarck, 1816)

Heterocentrotus trigonarius memiliki tubuh dengan bentuk oval berwarna coklat dan berdiameter 45-75 mm. Spesies ini termasuk ke dalam bulu babi yang memiliki ukuran tubuh besar dan regularia karena posisi anus

¹²⁵ Robert Dorit, *Zoology*, (Philadelphia: Saunders College Pub., 1991), hal. 788

¹²⁶ Patrick Lynn Colin, *Marine Invertebrates and Plants of The Living Reef*, (Neptune City: T.F.H. Publishing Inc, 1978). hal. 422-423

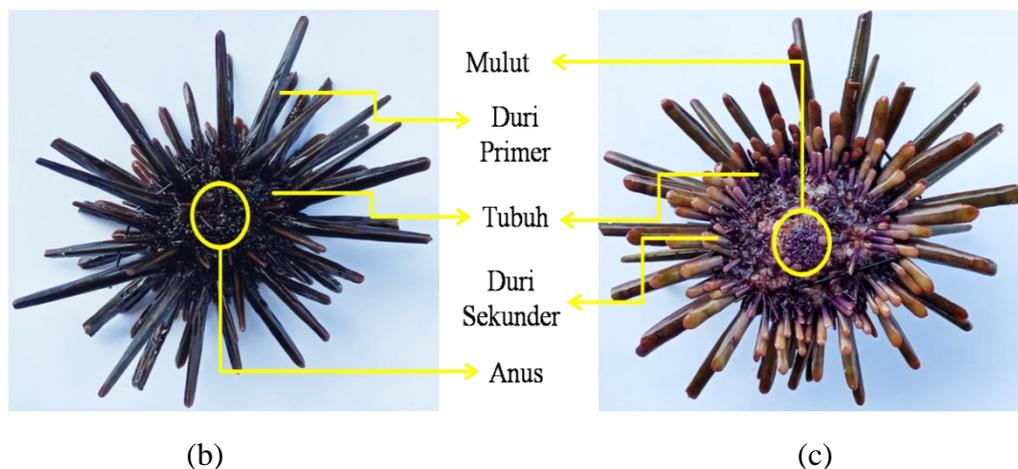
berada pada sisi aboral dan mulut pada sisi oral. Duri primer yang berada pada sisi aboral berukuran sangat besar dan berwarna hijau tua kecoklatan dengan panjang berkisar antara 31-40 mm, berguna sebagai alat perlindungan diri dari predator. Sedangkan duri sekunder berwarna coklat tua, pipih seperti sepatula dan pendek dengan panjang berkisar 5-25 mm, berguna sebagai alat pergerakan dan melekat pada substrat. *Heterocentrotus trigonarius* memiliki karakteristik yang sangat mencolok yaitu pada duri primer membulat dan sangat tebal tetapi akan merata ke arah ujung, atau berbentuk segitiga pada penampang melintang.¹²⁷ Pada saat penelitian, spesies ini banyak ditemukan menempel kuat di cerukan karang pada daerah hampasan gelombang. *Heterocentrotus trigonarius* merupakan jenis bulu babi omnivora dan tersebar di laut tropis Pasifik Tengah, terutama berada pada kedalaman berkisar antara 0 - 36 m.¹²⁸



(a)

¹²⁷ Ailsa McGown Clark and Francis Winston Edric Rowe, *Monograph of Shallow-water Indo-West Pacific Echinoderms*, (Britania: British Museum, 1971), hal. 158

¹²⁸ <https://www.sealifebase.se/summary/Heterocentrotus-trigonarius.html> , diakses pada 5 September 2021



(b) (c)
Gambar 4.5 *Heterocentrotus trigonarius* (a) Habitat (b) Aboral (c) Oral (Dokumentasi pribadi)

f. *Tripneustes gratilla* (Linnaeus, 1758)

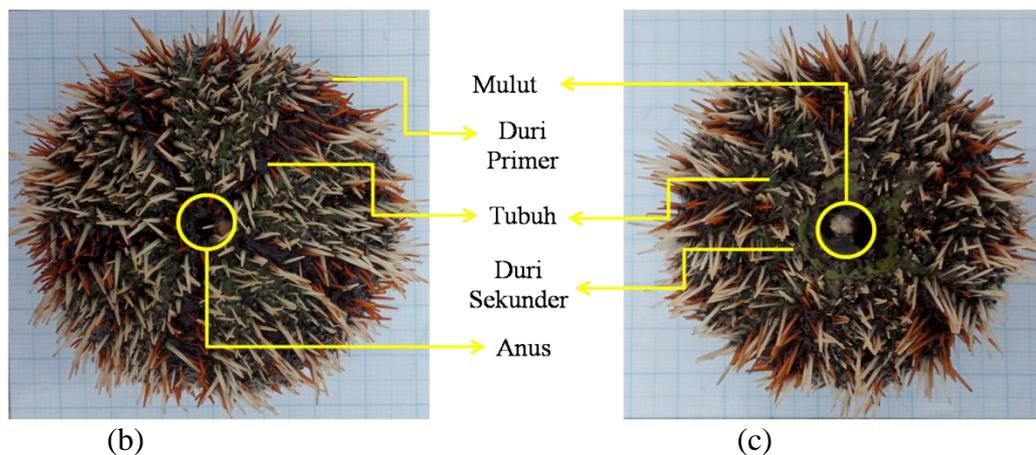
Tripneustes gratilla yang ditemukan memiliki bentuk tubuh bulat seperti bola dengan diameter tubuh berkisar antara 50-70 mm, berwarna belang hitam dan hijau. Variasi warna pada tubuh spesies ini berfungsi sebagai upaya kamuflase melawan predator untuk hidup dan berkembang biak.¹²⁹ Termasuk dalam jenis bulu babi regularia karena posisi anus berada pada sisi aboral dan mulut pada sisi oral. Durinya tumpul, kecil dan tidak beracun karena dapat disentuh dengan tangan kosong. Ukuran duri primer kisaran 2-7 mm dan duri sekunder 2-4 mm. Warna duri mengikuti pola warna tubuhnya yaitu warna jingga pada tubuh yang berwarna hitam dan warna putih dibagian tubuh berwarna hijau. Spesies ini biasanya mendiami area lamun, namun ada juga yang hidup di area terumbu karang seperti pada lokasi penelitian. Hidup bisa secara mengelompok atau soliter dengan memakan lamun atau alga

¹²⁹ Abdul Hamid A. Toha, et al., Color diversity and distribution of sea urchin *Tripneustes gratilla* in Cenderawasih Bay ecoregion of Papua. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, xxx, xxx-xxx, 2015, hal. 1

secara langsung atau di letakkan pada punggungnya sebagai persediaan makanan. *Tripneustes gratilla* tersebar luas di perairan tropis Indo-Pasifik tengah dan barat dengan kedalaman 0,3-20 m, namun ada juga yang mampu hidup pada kedalaman 75 m.¹³⁰



(a)



(b)

(c)

Gambar 4.6 *Tripneustes gratilla* (a) Habitat (b) Aboral (c) Oral (Dokumentasi pribadi)

g. *Tripneustes depressus* (A. Agassiz, 1863)

Tripneustes depressus memiliki bentuk bulat. Spesies ini memiliki warna coklat kehitaman. Diameter tubuh 20-70 mm, namun tetap bisa tumbuh

¹³⁰ John M Lawrence and Yukio Agatsuma, Ecology of *Tripneustes* Chapter 24, Edible Sea Urchins: Biology and Ecology Second Edition: John M. Lawrence (ed), *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Vol. 37, 2007. hal. 499

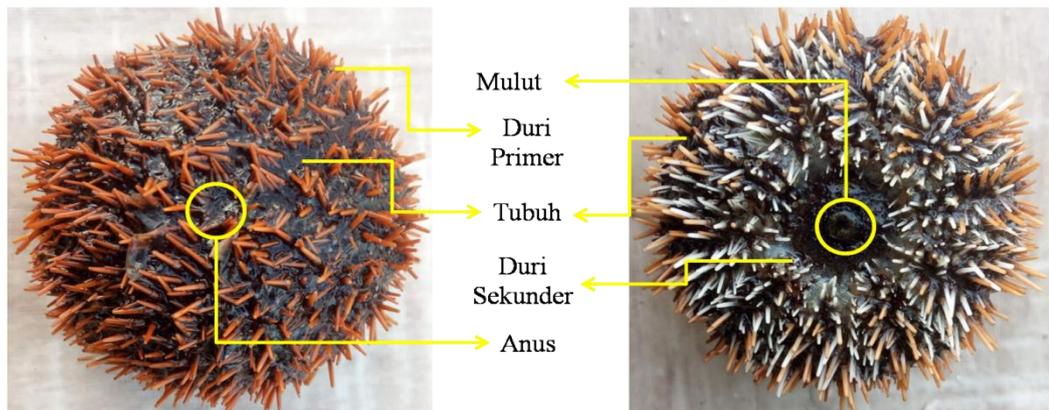
sampai diameter 120 mm. Termasuk dalam jenis bulu babi regularia karena posisi anus berada pada sisi aboral dan mulut pada sisi oral. Duri pada spesies ini memiliki ukuran yang pendek, kecil dan tidak tajam. Panjang duri primer yaitu 2-7 mm, berwarna dominan jingga kecoklatan. Duri sekunder berukuran 2-5 berwarna putih pada bagian oral, berguna sebagai alat pergerakan dan melekat pada substrat. Pada saat penelitian, bulu babi ini dijumpai memiliki perilaku yang sama dengan genus *Tripneustes* yang lain, yaitu ditemukan secara soliter pada substrat pasir dibawah batu karang dan menutupi tubuhnya dengan alga dan selasah daun sebagai aktivitas memenuhi kebutuhan nutrisi. Makanan utama *Tripneustes depressus* adalah lamun dan alga, namun spesies ini dapat dikatakan juga sebagai bulu babi omnivora karena selain memakan alga, ditemukan fakta bahwa *Tripneustes depressus* bersifat kanibalistik (memakan invertebrata lain) saat ketersediaan makanan utama pada habitatnya mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan makanan sangat menentukan makanan spesies ini.¹³¹ *Tripneustes depressus* memiliki habitat sebaran pada zona intertidal laut Samudra Pasifik Timur tropis meliputi Teluk California, pantai barat Meksiko, dan Kepulauan Galapagos dan Clarion. Umumnya dapat dijumpai pada kedalaman kurang dari 10 m.¹³²

¹³¹ Jorge Sonnenholzner, et.al., *Echinoderm Research and Diversity in Latin America (Echinoderms of Ecuador Chapter 6)*, (Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013), hal. 205

¹³² Margarita Brandt and Paulina Guarderas, *Reserva Marina de Galápagos*, Eva Danulat and Graham J Edgar (eds), Línea Base de la Biodiversidad. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador, 2002, hal. 407



(a)



(b)

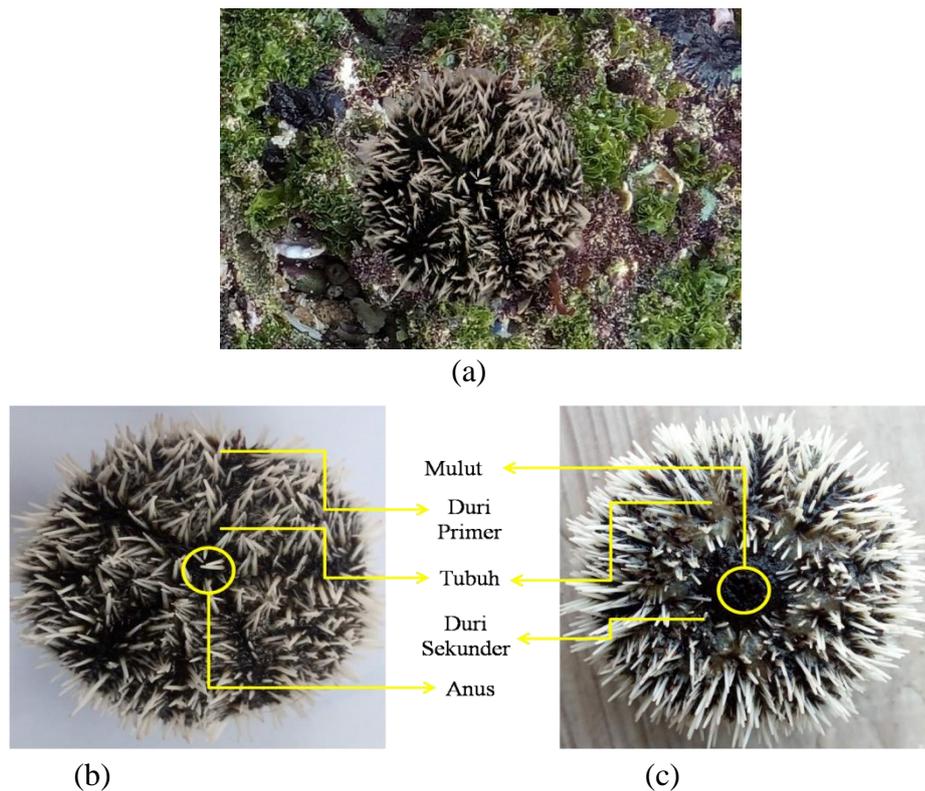
(c)

Gambar 4.7 *Tripneustes depressus* (a) Habitat (b) Aboral (c) Oral
(Dokumentasi pribadi)

h. *Tripneustes ventricosus* (Lamarck, 1816)

Tripneustes ventricosus memiliki bentuk tubuh bulat berwarna hitam, dapat tumbuh hingga diameter berkisar antara 70-150 mm. Termasuk dalam jenis bulu babi regularia karena posisi anus berada pada sisi aboral dan mulut pada sisi oral. Duri pada spesies ini memiliki ukuran yang pendek, kecil dan tidak tajam. Panjang duri tidak lebih dari ukuran tubuhnya, duri primer memiliki panjang berkisar 10-20 mm, berwarna putih. Bagian oral terdapat

duri sekunder atau kaki tabung yang berfungsi sebagai organ pergerakan serta menempel pada substrat dengan panjang berkisar 2-5 mm. Pergerakan *Tripneustes ventricosus* pada siang hari rata-rata 21 cm dan pada malam hari rata-rata 53cm, dapat dikatakan nokturnal atau lebih aktif pada malam hari.¹³³ Saat pengamatan bulu babi ini ditemukan secara soliter pada substrat pasir dan menutupi tubuhnya dengan selasah daun. Perilaku menutupi diri tersebut merupakan aktivitas dalam memenuhi kebutuhan makan, biasanya spesies ini menangkap lamun dan makroalga yang hanyut untuk dikonsumsi. *Tripneustes ventricosus* memiliki sebaran di perairan dangkal yang membentang di samudra atlantik pada, rentang kedalaman 0 sampai 30 m.¹³⁴



Gambar 4.8 *Tripneustes ventricosus* (a) Habitat (b) Aboral (c) Oral (Dokumentasi pribadi)

¹³³ John M Lawrence dan Yukio Agatsuma. Ecology of *Tripneustes*..., hal. 505

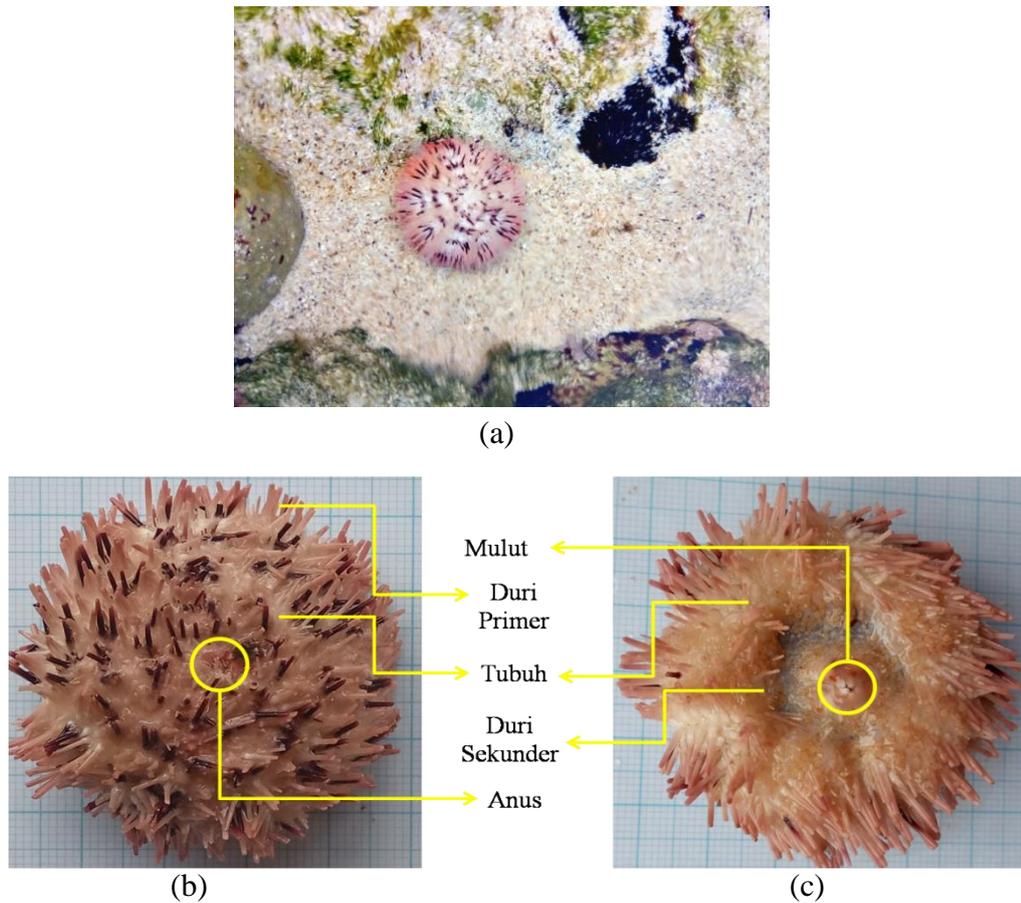
¹³⁴ *Ibid.*, hal. 501

i. *Pseudoboletia maculata* (Troschel, 1869)

Pseudoboletia maculata merupakan jenis bulu babi yang memiliki bentuk tubuh bulat sedikit pipih berwarna merah muda. Diameter tubuh berkisar antar 50-70 mm. Termasuk dalam jenis bulu babi regularia karena posisi anus berada pada sisi aboral dan mulut pada sisi oral. Duri pendek, tumpul, dan tidak beracun sehingga dapat dipengang langsung dengan tangan tanpa menggunakan alat bantu. Duri pada spesies ini berwarna dominan merah muda dan sedikit duri yang berwarna coklat kehitaman membentuk motif salur pada 10 sisi yang tumbuh pada bagian interambulakral. Duri primer memiliki panjang kisaran 5-15 mm dan duri sekunder atau kaki tabung panjang kisaran 2-5 mm. Jenis makanan yang dikonsumsi oleh bulu babi ini adalah algae dan lamun. Pada lokasi penelitian spesies ini hanya ditemukan 1 individu di substrat pasir. *Pseudoboletia maculata* tersebar luas di kawasan tropis Indo-Pasifik Barat, Sri Lanka hingga Australia, utara hingga Jepang. Di Australia tercatat dari Australia Barat melintasi utara tropis, *Great Barrier Reef* di Queensland dan sejauh selatan Sydney di pantai timur pada kedalaman 10-82 m.¹³⁵ Selain di kawasan tersebut, bulu babi *Pseudoboletia maculata* juga tersebar di Perairan Indonesia.¹³⁶

¹³⁵ David J. W. Lane, et. al., Echinoderm Fauna of The South China Sea: An Inventory and Analysis of Distribution Patterns, *The Raffles Bulletin of Zoology*, No. 8, 2000, hal. 485

¹³⁶ M. de Beer, Distribution patterns of regular sea urchins (Echinodermata: Echinoidea) across the Spermonde Shelf, SW Sulawesi (Indonesia), C. De Ridder, et.al. (eds), *Echinoderm Research*, Balkema, Rotterdam, 1990, hal. 166

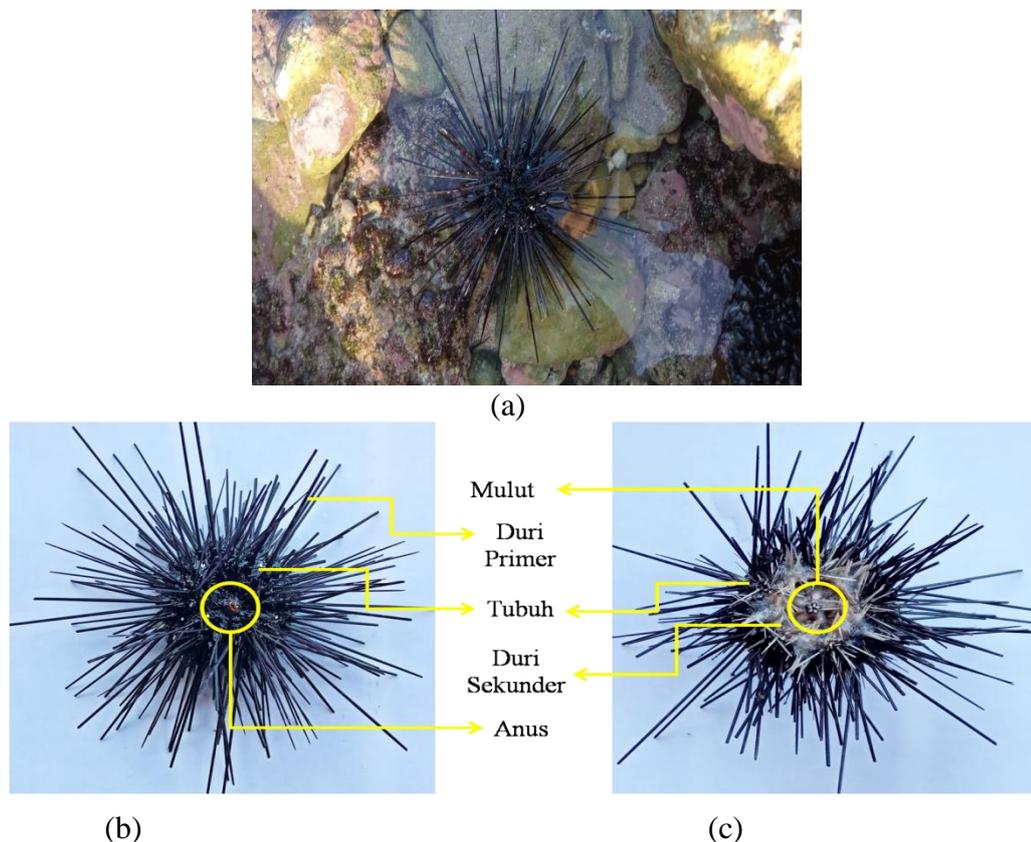


Gambar 4.9 *Pseudoboletia maculata* (a) Habitat (b) Aboral (c) Oral
(Dokumentasi pribadi)

j. *Diadema setosum* (Leske, 1778)

Diadema setosum memiliki bentuk tubuh bulat dan pipih, berwarna hitam pekat. Diameter spesies ini berkisar antara 20-50 mm. Memiliki 5 titik putih pada bagian atas dan terletak di setiap segmen. Termasuk dalam jenis bulu babi regularia karena posisi anus berada pada sisi aboral dan mulut pada sisi oral. Duri cenderung berwarna hitam dan sedikit terdapat belang putih bermotif cincin melingkari duri, terdiri dari dua jenis yaitu duri primer dan sekunder. Duri primer berkarakteristik tajam, ujung meruncing dan rapuh, berukuran lebih panjang dari tubuhnya, yakni berkisar antara 50-100 mm,

berfungsi sebagai pertahanan diri dari serangan predator. Sedangkan duri sekunder atau kaki tabung pendek berkisar antara 18-22 mm, sebagai alat untuk bergerak dan mencari makan. Spesies ini umumnya hidup mengelompok, namun pada saat pengamatan *Diadema setosum* ditemukan hidup secara soliter pada habitat celah-celah karang dan pasir di bawah batu. Spesies ini biasanya menjadikan lamun dan alga sebagai makanannya. *Diadema setosum* tersebar luas di kawasan Indo Pasifik Barat, yakni dari pantai timur benua Afrika sampai ke Hawaii dan dari daerah Jepang Selatan sampai ke Karang Penghalang Besar (*Great Barrier Reef*) di Australia.¹³⁷



Gambar 4.10 *Diadema setosum* (a) Habitat (b) Aboral (c) Oral (Dokumentasi pribadi)

¹³⁷ Herri Sugiarto dan Supardi, Beberapa Catatan Tentang Bulu Babi Marga Diadema, *Oseana*, Vol. XX, No. 4, 1995, hal. 38

k. *Echinothrix calamaris* (Pallas, 1774)

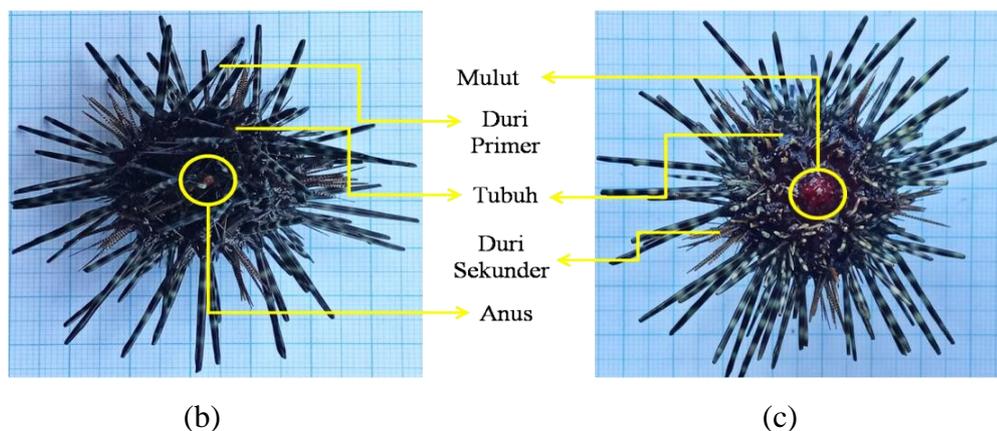
Echinothrix calamaris memiliki bentuk tubuh bulat pentagonal, pipih dan berwarna hitam. Ukuran diameter tubuh berkisar antara 39-43 mm. Termasuk dalam jenis bulu babi regularia karena posisi anus berada pada sisi aboral dan mulut pada sisi oral. Duri primer warna hitam bermotif cincin warna putih, tebal, ujung tumpul dan rapuh dengan panjang kisaran 40-50 mm. Duri primer ini biasanya akan menunjukkan warna kemilau hijau saat terkena sinar matahari. Sedangkan duri sekunder berwarna coklat terang, sangat tajam, halus, sangat rapuh dan beracun. Panjang duri sekunder berkisar antara 20-40 mm. Dua jenis duri yang dimiliki oleh spesies ini memiliki fungsi yang berbeda. Duri primer berfungsi sebagai alat perlindungan diri terhadap serangan predator, duri sekunder berfungsi sebagai alat pergerakan dan mencari makan. Makanan spesies ini adalah algae dan lamun. *Echinothrix calamaris* tersebar luas di kawasan Indo-Pasifik: dari Samudra Hindia Tahiti dan dari Jepang ke Kepulauan Pasifik Selatan.¹³⁸ Umumnya ditemukan pada kedalaman 0-90 m.¹³⁹



(a)

¹³⁸ Ailsa McGown Clark and Francis Winston Edric Rowe, *Monograph of Shallow-water...*, hal. 140

¹³⁹ David J. W. Lane, et. al., *Echinoderm Fauna of...*, hal. 484



(b) (c)
**Gambar 4.11 *Echinothrix calamaris* (a) Habitat (b) Aboral (c) Oral
 (Dokumentasi pribadi)**

1. Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi Bulu Babi di Pantai Pasetran Gondo Mayit

Indeks keanekaragaman bulu babi pada masing-masing stasiun penelitian memiliki nilai yang berbeda. Stasiun 1 memiliki nilai $H'=1,137$, Stasiun 2 $H'=0,978$, Stasiun 3 $H'=0,984$, Stasiun 4 $H'=0,845$ dan Stasiun 5 $H'=0,781$. Stasiun 1 menunjukkan nilai $1 \leq H' \leq 3$, berarti masuk dalam kriteria keanekaragaman jenis sedang. Sedangkan empat stasiun lainnya menunjukkan nilai $H' < 1$, berarti masuk dalam kriteria keanekaragaman jenis rendah. Nilai indeks total lokasi penelitian yang dihitung menunjukkan hasil $H'=1,004$, termasuk dalam kriteria keanekaragaman jenis sedang. Nilai keanekaragaman tertinggi bulu babi terletak pada stasiun 1 dengan nilai $H'=1,137$. Sedangkan stasiun dengan nilai terendah adalah stasiun 5 dengan nilai $H'=0,781$.

Indeks dominansi kelima stasiun memiliki perbedaan nilai yang tidak signifikan. Stasiun 1 memiliki nilai $C=0,507$, stasiun 2 $C=0,567$, stasiun 3

$C=0,600$, stasiun 4 $C=0,604$, dan stasiun 5 $C=0,634$. Indeks dominansi pada kelima stasiun menunjukkan nilai $0,50 \leq C \leq 0,75$, berarti masuk dalam kriteria dominansi sedang atau komunitas labil. Secara keseluruhan indeks dominansi bulu babi yang didapatkan memiliki nilai $C=0,576$, berarti menunjukkan indeks dominansi sedang atau komunitas labil. Nilai dominansi tertinggi bulu babi terletak pada stasiun 5 dengan nilai $H'=0,634$. Sedangkan stasiun dengan nilai terendah adalah stasiun 1 dengan nilai $H'=0,507$.

Berikut adalah tabel hasil perhitungan indeks keanekaragaman dan dominansi bulu babi (Echinoidea) di pantai Pasetran Gondo Mayit Kabupaten Blitar:

Tabel 4.3 Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi

Indeks	Stasiun					Total Indeks
	I	II	III	IV	V	
Keanekaragaman (H')	1,137	0,978	0,984	0,845	0,781	1,004
Dominansi (C)	0,507	0,567	0,600	0,604	0,634	0,576

2. Parameter Abiotik Perairan

Parameter abiotik perairan yang diukur meliputi suhu, salinitas, pH, dan jenis substrat. Berdasarkan pengukuran selama penelitian di pantai Pasetran Gondo Mayit telah didapatkan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Parameter Abiotik Perairan

Stasiun	Plot	Suhu ($^{\circ}C$)	Salinitas (‰)	pH	Jenis Substrat
I	1	34	29	7	Batu, karang dan sedikit pasir
	2	33	30	7	
	3	31	30	7	
	4	30	31	8	
	5	29	31	8	
II	1	35	32	7	Batu, karang dan

	2	33	33	7	sedikit pasir
	3	31	33	8	
	4	29	34	8	
	5	28	35	8	
III	1	34	32	7	Batu, karang dan sedikit pasir
	2	32	33	7	
	3	32	34	7	
	4	30	35	8	
	5	29	35	8	
IV	1	33	33	7	Karang dan pasir
	2	31	34	7	
	3	30	34	8	
	4	30	35	8	
	5	28	36	8	
V	1	33	35	7	Karang dan pasir
	2	32	36	8	
	3	30	36	8	
	4	29	37	8	
	5	28	38	8	

Tabel 4.5 Rentang Nilai Parameter Abiotik Perairan

No	Parameter Abiotik	Hasil
1	Suhu (°C)	28 – 35
2	Salinitas (‰)	29 – 38
3	pH	7,0 - 8,0
4	Jenis Substrat	Batu, karang dan pasir

Suhu pada kelima stasiun pengamatan memiliki nilai kisaran sebesar 28-35°C. Stasiun dengan suhu tertinggi terletak pada stasiun 2 plot 1 yaitu sebesar 35°C. Sedangkan stasiun dengan nilai suhu terendah terletak pada stasiun 2, 4, dan 5 masing-masing berada pada plot pengamatan ke 5 yaitu sebesar 28°C. Dari hasil pengukuran suhu pada kelima stasiun tersebut masih

berada pada kisaran normal yang mendukung kehidupan organisme perairan sebesar 30-35°C.¹⁴⁰

Salinitas pada kelima stasiun pengamatan memiliki nilai kisaran sebesar 29-38‰. Stasiun dengan salinitas tertinggi terletak pada stasiun 5 plot 5 yaitu sebesar 38‰. Sedangkan stasiun dengan nilai salinitas terendah terletak pada stasiun 1 plot 1 yaitu sebesar 29‰. Organisme perairan khususnya fauna makrobenthos termasuk bulu babi memiliki nilai kisaran salinitas tertentu dalam hal mendukung keberlangsungan hidupnya yaitu kisaran 33‰-37‰ dengan nilai tengah 35‰.¹⁴¹

Nilai pH pada setiap stasiun pengamatan yaitu berkisar antara 7-8. Menurut Effendi sebagian besar organisme akuatik mudah terpengaruh oleh perubahan pH, nilai pH yang mendukung keberlangsungan hidup biota laut termasuk bulu babi adalah kisaran 7-8,5.¹⁴²

Kawasan intertidal pantai Pasetran Gondo Mayit yang dijadikan sebagai letak stasiun pengamatan memiliki tiga jenis substrat yaitu batu, karang, dan pasir. Stasiun 1, 2, dan 3 memiliki substrat batu, karang, dan sedikit pasir dari plot 1 sampai 5. Jenis karang yang berada pada ketiga stasiun ini dominan termasuk dalam karang batu yang keras ditumbuhi beberapa jenis makroalga yang masih masa awal pertumbuhan dan karang mati. Sedangkan pada stasiun 4 dan 5 memiliki dua jenis substrat yaitu karang dan pasir. Jenis

¹⁴⁰ Hefni Effendi, *Telaah Kualitas Air Bagi pengelolaan Sumber Daya Lingkungan Perairan*, (Yogyakarta: Kanisius, 2003), hal. 57

¹⁴¹ Otto Kinne, The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II Salinity and temperature salinity combination, *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, Vol. 2, No. 14, 1964, hal 281

¹⁴² *Ibid*, hal. 73

karang dominan lunak dan karang mati mudah rapuh jika terinjak. Terdapat sedikit karang batu yang kecil dan mulai ditumbuhi alga berukuran masih kecil atau masih awal pertumbuhan.

B. Pembahasan Penelitian Tahap I

Indeks keanekaragaman pada lokasi penelitian secara keseluruhan berada pada kriteria keanekaragaman sedang. Perhitungan indeks keanekaragaman bertujuan untuk mengukur tingkat keteraturan suatu sistem.¹⁴³ Indeks keanekaragaman akan bernilai besar apabila semua individu yang didapatkan berasal dari spesies yang berbeda-beda, sedangkan akan memiliki nilai kecil apabila individu cenderung berasal dari satu spesies yang sama.¹⁴⁴

Berdasarkan jumlah individu dari masing-masing spesies yang ditemukan pada lokasi penelitian, dapat diketahui bahwa spesies yang ditemukan memang beragam, namun terdapat spesies dengan jumlah individu yang mendominasi pada kelima stasiun penelitian yaitu *Stomopneustes variolaris*. Hal ini sesuai dengan penelitian Yudasmara tentang Keanekaragaman dan Dominansi Komunitas Bulu Babi (Echinoidea) di Perairan Pulau Menjangan Kawasan Taman Nasional Bali Barat, menyatakan bahwa tinggi rendahnya indeks keanekaragaman dapat disebabkan oleh berbagai faktor diantaranya jumlah individu yang ditemukan, adanya spesies

¹⁴³ Melati Feranita Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi*, (Jakarta: PT Bumi Aksara, 2007), hal. 67

¹⁴⁴ Husain Latuconsina, *Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumberdaya Hayati Perairan*, (Yogyakarta: UGM Press, 2019), hal. 76

tertentu yang ditemukan dalam jumlah banyak dan homogenitas substrat.¹⁴⁵ Selain itu, diketahui terdapat tiga substrat pada lokasi penelitian yaitu batu, karang dan pasir. Kurang beragamnya substrat pada pantai Pasetran Gondo Mayit menyebabkan keanekaragaman bulu babi tergolong rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian Huda tentang Keanekaragaman Jenis Echinoidea di Zona Intertidal Pantai Jeding Taman Nasional Baluran, menyatakan bahwa kurang beragamnya substrat pada pantai Jeding menyebabkan keanekaragaman Echinoidea tergolong sedang.¹⁴⁶ Menurut Yudasmara, keberagaman zona topografi pantai seperti zona pasir, zona terumbu karang, zona tubir dan lereng terumbu, zona pertumbuhan lamun dan rumput laut, juga akan mempengaruhi keberagaman bulu babi yang ditemukan. Semakin banyak jenis substrat maka semakin beragam bulu babi yang dapat ditemukan.¹⁴⁷

Terdapat lima spesies yang keberadaannya tersebar diseluruh stasiun penelitian, hal ini karena kelima spesies tersebut memiliki habitat yang cocok dengan jenis substrat pantai Pasetran Gondo Mayit yang didominasi batu-batu besar dan karang. Kelima spesies tersebut meliputi spesies *Stomopneustes variolaris* yang biasanya memiliki habitat di bebatuan dan batu karang, bulu babi ini juga dapat dijumpai pada pantai yang memiliki gelombang tinggi.¹⁴⁸

¹⁴⁵ Gede Ari Yudasmara, Keanekaragaman dan Dominansi Komunitas Bulu Babi (Echinoidea) Di Perairan Pulau Menjangan Kawasan Taman Nasional Bali Barat, *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol. 2, No. 2, 2013, hal. 216- 217

¹⁴⁶ Muhammad Aris Ilman Huda, *Keanekaragaman Jenis Echinoidea di Zona Intertidal Pantai Jeding Taman Nasional Baluran*, (Jember: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2016), hal. 23

¹⁴⁷ Gede Ari Yudasmara, *Keanekaragaman...*, hal. 2017

¹⁴⁸ Gayashan M. Arachchige, et.al., An annotated species list of regular echinoids from Sri Lanka with notes on some rarely seen temnopleurids, *Zootaxa*, Vol. 4571, No. 1, 2019, hal. 40

Genus *Echinometra* yang meliputi *Echinometra oblonga*, *Echinometra mathaei*, dan *Echinometra viridis* juga dapat dijumpai pada habitat celah-celah batu karang.¹⁴⁹ Spesies *Heterocentrotus trigonarius* memiliki habitat di celah-celah batu dan karang, terutama celah batu yang besar pada daerah hempasan ombak.¹⁵⁰ Sedangkan terdapat enam spesies bulu babi yang jarang ditemukan pada stasiun pengamatan yaitu, *Diadema setosum*, *Echinothrix calamaris*, *Tripneustes gratilla*, *Tripneustes depressus*, *Tripneustes ventricosus*, dan *Pseudoboletia maculata*. Keenam spesies ini diketahui lebih menyukai habitat padang lamun dengan campuran pasir dan pecahan-pecahan karang yang kaya akan sumber nutrisi utamanya yaitu lamun, memiliki kebiasaan hidup yang soliter sehingga keberadaan mereka jarang ditemui. Hal ini sesuai dengan penelitian Azis tentang tingkah laku bulu babi di padang lamun bahwa terdapat bulu babi yang lebih menyukai substrat lamun yaitu kelompok bulu babi herbivora terutama dari marga *Tripneustes*, *Temnopleurus*, *Diadema*, *Echinothrix*, *Toxopneustes*, dan *Mespilia*.¹⁵¹ Spesies *Pseudoboletia maculata* pada lokasi penelitian diduga terbawa ombak sehingga terdampar dipermukaan pasir pada garis pantai karena faktanya spesies ini merupakan bulu babi yang sangat jarang dijumpai pada kedalaman air 0-9 m, spesies ini cenderung hidup pada kedalaman 10-82 m.¹⁵² Tentu saja zona intertidal yang didominasi substrat batu dan karang seperti pantai

¹⁴⁹ Timothy R. McClanahan & Nyawira A. Muthiga, *Echinometra* Chapter 28, *Sea Urchins: Biology and Ecology*, Fourth Edition, John M. Lawrence (ed), Vol. 43, 2020, hal. 499

¹⁵⁰ Rieke Nuraini Nisa, *Diversitas Echinoidea (Bulu Babi) pada Zona Intertidal di Kawasan Pantai Malang Selatan*, (Surabaya: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2021), hal. 59

¹⁵¹ Aznam Azis, *Tingkah Laku Bulu Babi di Padang Lamun*, *Oseana*, Vol. XIX, No. 4, hal. 37

¹⁵² David J. W. Lane, et. al., *Echinoderm Fauna of...*, hal. 485

Pasetran Gondo Mayit ini merupakan habitat yang kurang cocok bagi keenam spesies bulu babi tersebut. Selain itu, makroalga sebagai sumber makanan utama bulu babi di pantai Pasetran Gondo Mayit, keberadaannya masih sedikit. Hal ini memungkinkan terjadi kompetisi mencari sumber nutrisi dan akhirnya terdapat beberapa bulu babi yang tidak dapat bertahan hidup sehingga pada saat penelitian jumlah individu dari setiap spesies berbeda-beda.

Indeks Dominansi secara keseluruhan pada lokasi penelitian berada pada kriteria dominansi sedang atau komunitas labil. Hal ini dapat diketahui bahwa pada zona pasang surut pantai Pasetran Gondo Mayit terdapat spesies bulu babi yang mendominasi secara nyata. Menurut Fachrul, jika suatu organisme tertentu memiliki nilai dominansi mendekati nol, berarti struktur komunitas biota tersebut dalam keadaan stabil, sebaliknya apabila nilai dominansi mendekati nilai 1, berarti struktur komunitas labil dikarenakan terjadi tekanan ekologis.¹⁵³ Jumlah total bulu babi yang ditemukan pada kelima stasiun pengamatan adalah 505 individu. Dari jumlah total tersebut, 379 individu berasal dari spesies yang sama, yaitu *Stomopneustes variolaris*. Spesies ini mendominasi pada kelima stasiun penelitian dikarenakan *Stomopneustes variolaris* memiliki habitat yang sangat cocok dengan suhu, salinitas, pH, dan substrat pada kelima stasiun penelitian. Spesies ini memiliki toleransi suhu berkisar 29°C-36°C, salinitas berkisar 33‰-38‰, dan

¹⁵³ Melati Ferianita Fachrul, *Metode Sampling...*, hal. 69

pH 7-8.¹⁵⁴ Substrat pantai Pasetran Gondo Mayit yang didominasi batu-batu besar dan karang sangat cocok sebagai habitat *Stomopneustes variolaris*. Dimana spesies ini biasanya ditemui meliang di celah batu dan karang. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Jinadasa dkk. tentang *Determination of the biometrical parameters, biochemical composition and essential trace metals of edible sea urchin (Stomopneustes variolaris) in Sri Lanka* bahwa *Stomopneustes variolaris* banyak ditemukan di bebatuan dan terumbu karang. Spesies ini juga termasuk bulu babi *omnivora*, karena memakan algae dan invertebrata lain.¹⁵⁵ Diketahui bahwa tidak hanya spesies ini yang menempati celah batu dan karang, namun ada juga beberapa spesies yang lain seperti *Echinometra mathaei*, *Echinometra oblonga*, *Echinometra viridis*, dan *Heterocentrotus trigonarius*. Jumlah spesies *Stomopneustes variolaris* yang mendominasi berakibat pada pola interaksi individu-individu yang sejenis seperti habitat yang sama tersebut, berdampak kepada terjadinya perebutan sumber daya makanan dan tempat tinggal yang sama. Maka tingkat kompetisi antar individu akan tinggi, dan kelangsungan hidup bulu babi jenis yang lain di habitat tersebut akan terganggu.¹⁵⁶ Faktor lainnya adalah banyaknya spesies ini dipengaruhi oleh siklus reproduksinya. Menurut Pillay, *Stomopneustes variolaris* memiliki waktu kematangan gonad atau masa

¹⁵⁴ Rieke Nuraini Nisa, *Diversitas Echinoidea...*, hal. 59

¹⁵⁵ B.K.K.K. Jinadasa, et. al., *Determination of the biometrical parameters, biochemical composition and essential trace metals of edible sea urchin (Stomopneustes variolaris) in Sri Lanka*, *Cogent Food & Agriculture* 2, 2016, hal. 2-5

¹⁵⁶ Rieke Nuraini Nisa, *Diversitas Echinoidea...*, hal. 73

pemijahan pada bulan September hingga Maret.¹⁵⁷ Penelitian dilakukan pada bulan Maret, dimana itu merupakan waktu yang tepat bagi spesies *Stomopneustes variolaris* untuk menuju kematangan dan menghasilkan individu baru.

Kehidupan bulu babi sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitarnya. Komponen biotik dan abiotik pada suatu ekosistem membentuk suatu sistem yang saling menjaga keseimbangan dan tidak dapat dipisahkan. Jika salah satu komponen dalam ekosistem mengalami penurunan atau peningkatan, maka secara langsung akan berpengaruh pada komponen lain. Oleh karena itu, faktor biotik dan abiotik haruslah seimbang.¹⁵⁸ Faktor abiotik yang berpengaruh penting dalam kehidupan bulu babi adalah suhu, salinitas, pH, dan jenis substrat.

Menurut Nybakken, suhu termasuk parameter abiotik yang sangat berpengaruh terhadap pola kehidupan organisme perairan, seperti distribusi, komposisi, kelimpahan dan mortalitas. Suhu juga akan mempengaruhi organisme secara langsung. Semakin tinggi suhu perairan, maka akan semakin sedikit pula kandungan oksigen terlarut (DO) dalam air. Oksigen dalam air digunakan oleh organisme perairan pada proses metabolisme.¹⁵⁹ Apabila terjadi peningkatan suhu air, laju metabolisme dalam tubuh organisme juga akan ikut meningkat sehingga konsumsi oksigen menjadi

¹⁵⁷ K.K. Pillay, The Breeding Season of the Sea Urchin *Stomopneustes variolaris* from the South West Coast of India, *Journal Ker. Acah. Biol.*, Vol. 4, 1971, hal. 46

¹⁵⁸ Eugene P. Odum, *Dasar-dasar Ekologi Edisi Ketiga*, terj. Tjahyono Samingan, (Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 1996), hal. 313

¹⁵⁹ Horas P. Hutagalung, *Pengaruh Suhu Air Terhadap Kehidupan Organisme Laut*, (Jakarta: LIPI, 1988), *Jurnal Oseana* 13(4), hal. 163

lebih tinggi. Hal ini adalah sebagai respon adaptasi tubuh untuk mencapai homeostasis. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C, menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebanyak dua sampai tiga kali lipat.¹⁶⁰ Jika kebutuhan dan ketersediaan oksigen tidak seimbang, maka dapat berakibat pada kematian bulu babi.

Salinitas dapat dipengaruhi oleh tingkat curah hujan, semakin tinggi curah hujan, maka salinitas air laut akan rendah dan sebaliknya. Selain itu, dipengaruhi juga oleh aliran air sungai yang bermuara pada suatu laut.¹⁶¹ Penelitian dilakukan pada musim hujan, dimana curah hujan pada musim ini cukup tinggi, menjadikan salinitas lokasi penelitian normal dan cenderung rendah. Stasiun 1, 2, dan 3 terletak pada area laut yang berdekatan dengan muara sungai, sedangkan stasiun 4 dan 5 lebih jauh sekitar 100 meter dari muara sungai. Salinitas berpengaruh secara langsung pada tubuh bulu babi yakni pada proses osmoregulasi, sistem yang mengatur keseimbangan tekanan osmotik cairan tubuh (air dan darah) dengan osmotik habitat (lautan). Salinitas yang terlalu tinggi atau rendah dapat bersifat merusak.¹⁶² Selain itu, salinitas juga mengakibatkan adanya perubahan komposisi organisme pada suatu ekosistem dikarenakan pengaruhnya terhadap penyebaran organisme benthos baik secara horizontal, maupun vertikal.¹⁶³ Bulu babi memiliki

¹⁶⁰ Hefni Effendi, *Telaah Kualitas Air...*, hal. 57

¹⁶¹ Ferdinandus Didit Prakoso, *Studi Pola Sebaran Salinitas, Temperatur, dan Arus Perairan Estuari Sungai Wonokromo Surabaya*, (Surabaya: Tesis Tidak Diterbitkan, 2016), hal. 11

¹⁶² Sartje Lantu, Osmoregulasi pada Hewan Akuatik, *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol. VI, No. 1, 2010, hal. 1

¹⁶³ Eugene P. Odum, *Dasar-dasar Ekologi...*, hal. 406

kemampuan untuk bergerak guna menghindari salinitas yang terlalu rendah ataupun tinggi sehingga dapat bertahan dari kematian.¹⁶⁴

Menurut Effendi sebagian besar organisme akuatik mudah terpengaruh oleh perubahan pH, nilai pH yang mendukung keberlangsungan hidup bulu babi adalah kisaran 7-8,5.¹⁶⁵ Hal ini menunjukkan bahwa pH pada kawasan intertidal pantai Pasetran Gondo Mayit berada pada kondisi normal atau stabil sehingga dapat mendukung kehidupan bulu babi. Kondisi perairan yang memiliki nilai pH terlalu rendah maupun tinggi akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena dapat mengganggu proses metabolisme dan respirasi.¹⁶⁶ pH akan mempengaruhi ketersediaan oksigen terlarut (DO) yang ada di perairan. Jika nilai pH terlalu rendah, maka oksigen terlarut pada perairan akan rendah pula, begitupun sebaliknya. PH <5,00 dan pH>9,00 merupakan kondisi yang tidak baik untuk organisme laut zona intertidal.¹⁶⁷ Selain itu, besar dan kecilnya nilai pH sangat menentukan dominasi fitoplankton yang mempengaruhi tingkat produktivitas primer suatu perairan dimana keberadaan fitoplankton didukung oleh ketersediaannya nutrisi di perairan laut.¹⁶⁸

¹⁶⁴ Hefni Effendi, *Telaah Kualitas Air...*, hal. 76

¹⁶⁵ *Ibid*, hal. 73

¹⁶⁶ Baigo Hamuna, Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre Jayapura, *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol. 16, No. 1, 2018, hal. 39

¹⁶⁷ Kordi dan Tancung, *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan Edisi Keempat*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2007), hal. 91

¹⁶⁸ Christina Megawati, dkk., Sebaran kualitas perairan ditinjau dari zat hara, oksigen terlarut dan pH di perairan selatan Bali Bagian Selatan, *Jurnal Oseanografi*, Vol. 3, No.2, 2014, hal. 148

Bulu babi merupakan biota yang menyukai substrat keras seperti campuran pasir dan batu karang.¹⁶⁹ Menurut Suryanti dan Ruswahyuni bulu babi (Echinoidea) secara umum ditemukan pada habitat rataaan terumbu karang, pasir berbatu, batu berpasir dan daerah lamun.¹⁷⁰ Secara keseluruhan, substrat pada lokasi penelitian adalah batu, karang, dan pasir dapat dikatakan cocok dalam hal mendukung kelangsungan hidup bulu babi sebagai tempat tinggal.

C. Hasil Penelitian Tahap II

Hasil penelitian pada tahap II merupakan deskripsi proses pengembangan media pembelajaran *booklet*. Pengembangan *booklet* keanekaragaman dan dominansi bulu babi ini menggunakan model pengembangan ADDIE. Terdapat lima tahap yaitu analisis (*analyze*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), implementasi (*implement*), dan evaluasi (*evaluate*).¹⁷¹ Dalam penelitian ini hanya sampai pada tahap pengembangan. Berikut tiga tahapan pengembangan yang digunakan oleh peneliti:

1. Analisis (*Analyze*)

Pada tahapan ini dilakukan analisis RPS Mata Kuliah Zoologi Avertebrata untuk mengetahui capaian pembelajaran yang relevan dengan penelitian ini. Hasil dari analisis RPS tersebut diketahui bahwa terdapat

¹⁶⁹ Johnny Dobo, *Tipologi Komunitas...*, hal. 13

¹⁷⁰ Suryanti dan Ruswahyuni, Perbedaan Kelimpahan Bulu Babi (Echinoidea) pada Ekosistem Karang dan Lamun di Pancuran Belakang, Karimun Jawa Jepara, *Jurnal Saintek Perikanan*, Vol.10, No.1, 2014, hal. 62

¹⁷¹ I made Tegeh, dkk, "Pengembangan Buku Ajar ..., hal. 209

capaian pembelajaran perkuliahannya meliputi: 1) Menyebutkan ciri umum hewan kelompok Echinodermata; 2) Menyebutkan ciri khusus hewan kelompok Echinodermata; 3) Menjelaskan habitat hewan kelompok Echinodermata; 4) Menjelaskan taksonomi hewan kelompok Echinodermata; dan 5) Menjelaskan peranan hewan kelompok Echinodermata. Seperti yang diketahui, Echinoidea atau biasa disebut bulu babi merupakan salah satu anggota dari tingkatan taksonomi pada filum Echinodermata, yaitu tingkat kelas. Selain analisis RPS, pada tahap ini juga dilakukan analisis kebutuhan mahasiswa tentang seberapa perlu media pembelajaran *booklet* keanekaragaman dan dominansi bulu babi (Echinoidea) untuk dikembangkan sebagai media pembelajaran pada jenjang perguruan tinggi, terutama untuk mahasiswa Tadris Biologi IAIN Tulungagung. Analisis kebutuhan dilakukan melalui angket *google form* yang diberikan oleh peneliti kepada mahasiswa Tadris Biologi IAIN Tulungagung yang telah menempuh mata kuliah zoologi avertebrata. Angket tersebut memuat beberapa pertanyaan yang bertujuan untuk mengetahui pemahaman mahasiswa mengenai materi bulu babi dan seberapa perlunya media pembelajaran *booklet* keanekaragaman dan dominansi bulu babi dikembangkan. Hasil angket yang telah diberikan kepada mahasiswa menunjukkan bahwa 90,9% mahasiswa merasa kesulitan mempelajari materi tentang bulu babi (Echinoidea) pada filum Echinodermata. Berdasarkan hasil anket, kesulitan mahasiswa diantaranya yaitu: 1) Sulit memahami perbedaan morfologi setiap individu; 2) Menentukan klasifikasi atau taksonomi dari masing-masing spesies; 3)

Keterbatasan media belajar yang digunakan; dan lain-lain. Selain itu, terdapat 100% mahasiswa memilih perlu untuk mengembangkan media pembelajaran *booklet* keanekaragaman dan dominansi bulu babi (Echinoidea). Pada angket analisis kebutuhan mahasiswa menginginkan pengembangan media pembelajaran *booklet* berisi uraian materi disertai gambar yang relevan dengan desain menarik, diberi keterangan bagian tubuh bulu babi, memuat glosarium serta terdapat sumber rujukan pada tiap informasi.

2. Desain Awal Produk (*Design*)

Tahap awal yang dilakukan sebelum mendesain *booklet* adalah mencari spesifikasi *booklet* yang baik dan benar dengan cara studi literatur. Kemudian memilih aplikasi yang digunakan untuk mendesain *booklet*. Aplikasi yang digunakan untuk mendesain *booklet* adalah *Adobe Illustrator CS. 5.1*. Peneliti memilih aplikasi tersebut dikarenakan terdapat banyak fitur dan *font* menarik yang dapat digunakan. *Booklet* didesain dengan ukuran kertas A5 (14,8 x 21,0 cm), kemudian dicetak menggunakan bahan kertas *art paper*. Jenis kertas *art paper* dipilih agar tampilan *booklet* lebih menarik karena tampilannya yang mengkilap dan dapat menampilkan warna gambar lebih nyata. Komponen penyusun *booklet* keanekaragaman dan dominansi bulu babi (Echinoidea) meliputi sampul depan dan belakang (*cover*), halaman ayat al-Qur'an, kata pengantar, daftar isi, gambaran umum pantai Pasetran Gondo Mayit Blitar, materi umum bulu babi (Echinoidea), materi genus bulu babi yang ditemukan di pantai Pasetran Gondo Mayit yang berisi tentang klasifikasi, morfologi, dan habitatnya, indeks keanekaragaman dan dominansi, dan peranan bulu

babi. Selanjutnya untuk penutup berisi daftar rujukan, glosarium, dan biografi penulis. Berikut penjelasan desain awal *booklet*:

a. Sampul Depan dan Belakang (*Cover*)

Desain sampul depan *booklet* dibuat sederhana dengan warna dasar abu-abu tua dan gambar bulu babi. *Booklet* ini berjudul “Booklet Keanekaragaman dan Dominansi Bulu Babi (Echinoidea) Pantai Pasetran Gondo Mayit Blitar”. Pada sampul depan juga memuat tulisan IAIN Tulungagung dan nama penulis. Judul *booklet* menggunakan jenis *font* Aparajita. Pada tulisan “Booklet” berukuran 18 pt, “Keanekaragaman dan Dominansi” berukuran 22 pt, “Bulu Babi (Echinoidea)” berukuran 32 pt, “Pantai Pasetran Gondo Mayit Blitar” berukuran 17 pt dan pada tulisan “IAIN Tulungagung” serta identitas penulis berukuran 16 pt. Semua tulisan yang dimuat berwarna putih, agar kontras dengan warna tema dan dapat terbaca dengan jelas.

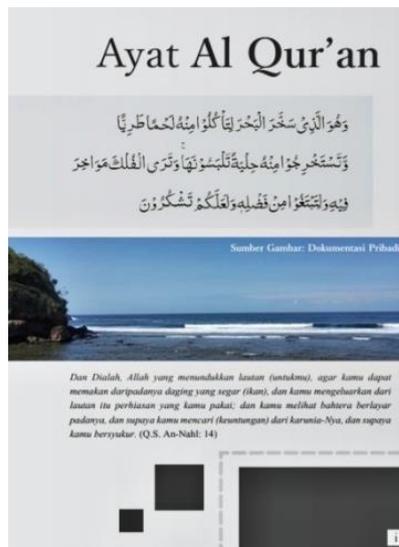
Sampul belakang berisi *quotes* yang dibuat oleh penulis dan logo IAIN Tulungagung disertai identitas jurusan, fakultas dan kampus. Tulisan yang memuat *quotes* berada di tengah sampul belakang dan menggunakan jenis *font* KodchiangUPC dengan ukuran 48 pt. Kemudian, logo dan tulisan identitas jurusan, fakultas dan kampus berada di pojok kiri bawah dengan menggunakan jenis *font* Aparajita berukuran 16 pt. Semua tulisan yang dimuat berwarna putih.



Gambar 4.12 Desain Sampul Depan dan Belakang

b. Ayat Al-Qur'an

Pada bagian ayat al-qur'an peneliti memilih desain dengan menggunakan warna dasar yaitu polos berwarna abu-abu muda disertai gambar lokasi penelitian yaitu pantai Pasetran Gondo Mayit Kabupaten Blitar dan *shapes* berbentuk persegi dan persegi panjang berwarna bu-abu tua pada bagian kanan pojok bawah. Pada tulisan judul "Ayat Al-Qur'an" menggunakan *font* ITC New Baskerville dengan ukuran 44 pt, tulisan isi ayat al-qur'an menggunakan *font* Uthmani dengan ukuran 20 pt dan terjemah ayat menggunakan *font* Aparajita dengan ukuran 13 pt. Pada halaman ini berisi Q.S An-Nahl ayat 14 yang berkaitan dengan penelitian mengenai bulu babi (Echinoidea). Semua tulisan yang dimuat berwarna hitam kecuali tulisan sumber gambar berwarna putih.



Gambar 4.13 Desain Halaman Ayat Al-Qur'an

c. Kata pengantar

Pada bagian kata pengantar menggunakan warna dasar abu-abu muda dan gambar bulu babi. Pada tulisan “Kata Pengantar” menggunakan *font* ITC New Baskerville ukuran 26 pt dengan *shape* persegi warna biru tua sebagai warna dasar tulisan. Isi pada kata pengantar menggunakan *font* Aparajita ukuran 14. Kata pengantar memuat ucapan syukur, keistimewaan *booklet*, keterangan isi *booklet*, harapan dan ucapan terimakasih penulis.



Gambar 4.14 Desain Halaman Kata Pengantar

d. Daftar Isi

Background menggunakan warna abu-abu dan gambar bulu babi serta tambahan *shape* biru tua transparan. Tulisan “Daftar Isi” menggunakan jenis *font* ITC New Baskerville berukuran 44 pt dan isi dari daftar isi menggunakan *font* Aparajita dengan ukuran 17 pt. Daftar isi memuat susunan *booklet* yaitu, ayat Al-Qur’an, kata pengantar, daftar isi, pantai Pasetran Gondo Mayit Blitar, isi materi bulu babi (Echinoidea), indeks keanekaragaman dan dominansi, daftar rujukan, glosarium, dan biografi penulis.

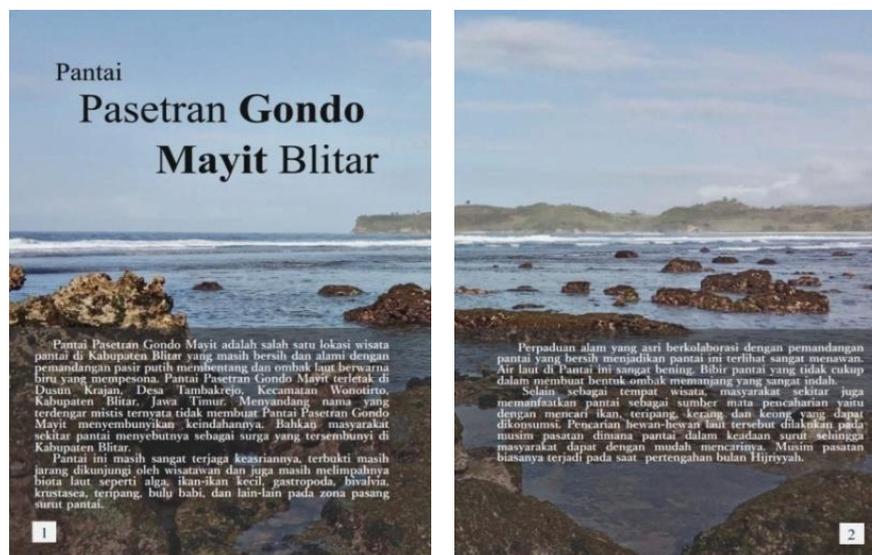
Daftar Isi	
Ayat Al Qur'an	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Pantai Pasetran Gondo Mayit	1
Bulu Babi (Echinoidea)	3
Genus Stomopneustes	6
Genus Echinometra	10
Genus Heterocentrotus	28
Genus Tripneustes	32
Genus Pseudoboletia	40
Genus Diadema	44
Genus Echinothrix	48
Indeks Keanekaragaman	51
Indeks Dominansi	53
Peranan Bulu Babi	55
Daftar Rujukan	57
Glosarium	59
Biografi Penulis	61

Gambar 4.15 Desain Halaman Daftar Isi

e. Gambaran Umum Pantai Pasetran Gondo Mayit Blitar

Pada gambaran umum pantai menggunakan *background* dokumentasi pribadi pantai Pasetran Gondo Mayit Blitar untuk menggambarkan kondisi pantai pada saat penelitian. Tulisan “Pantai Pasetran Gondo Mayit Blitar” menggunakan jenis *font* Aparajita dengan kombinasi ukuran 53 dan 32 pt. Sedangkan isi menggunakan jenis *font* ITC New Baskerville ukuran 12 pt.

Semua tulisan yang dimuat berwarna putih. Gambaran umum tentang pantai berisi tentang letak pantai dan pengenalan lingkungan pantai secara umum.



Gambar 4.16 Desain Halaman Pantai Pasetran Gondo Mayit Blitar

f. Materi Bulu Babi (Echinoidea) Secara Umum

Pada halaman materi bulu babi (Echinoidea) secara umum menggunakan *background* berwarna abu-abu dan biru tua, gambar bulu babi, serta ditambah beberapa *shapes* persegi. Pada halaman sebelah kiri tulisan “Bulu babi” menggunakan jenis *font* Aparajita ukuran 60, “Echinoidea” jenis *font* Aparajita ukuran 25 dan pada tulisan isi menggunakan *font* Aparajita ukuran 14. Halaman sebelah kanan menggunakan jenis *font* Aparajita dengan ukuran dari huruf yang paling besar sampai paling kecil adalah 29, 20, dan 17 pt. Tulisan yang berada pada tabel menggunakan jenis *font* Times New Rowman ukuran 10 pt. Semua tulisan pada halaman ini menggunakan warna putih agar dapat terbaca dengan jelas karena warna dasarnya sudah berwarna gelap.



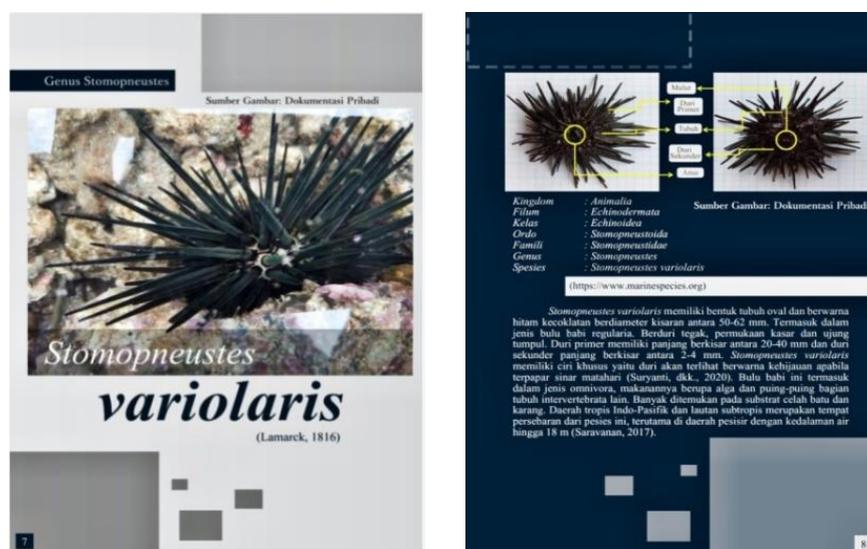
Gambar 4.17 Desain Halaman Materi Bulu Babi Secara Umum

g. Materi Spesies Bulu Babi (Echinoidea)

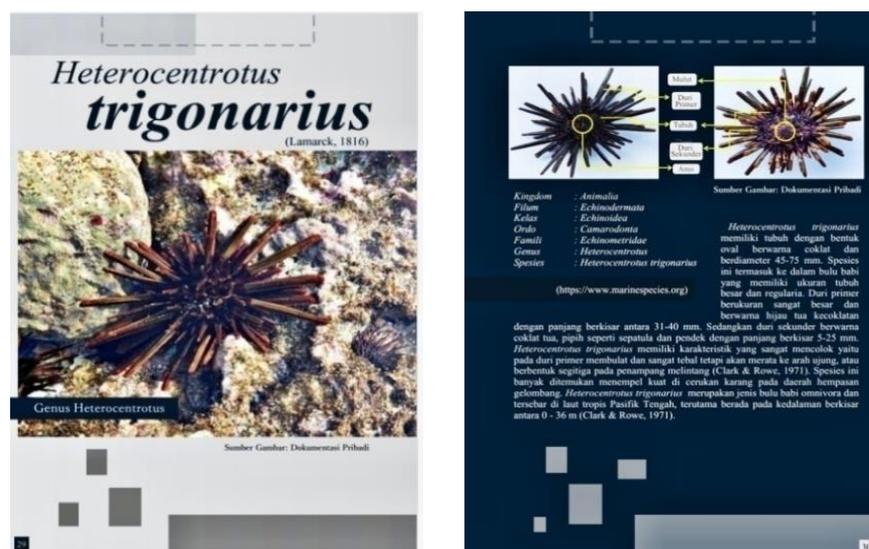
Setiap spesies terdiri dari dua halaman dan terdapat tiga gambar hasil dari dokumentasi pribadi. Satu gambar spesies pada habitatnya yang diletakkan pada halaman kiri bagian atas dan dua gambar spesies dari sisi aboral dan oral disertai keterangan bagian tubuhnya berada di halaman sebelah kiri bagian atas. Warna yang digunakan sebagai tema berwarna abu-abu dan biru tua. Judul nama spesies terletak pada halaman kiri menggunakan jenis *font* Aparajita ukuran 70 pt. Tulisan berwarna putih dan biru tua. Selanjutnya, peletakan tulisan isi materi meliputi klasifikasi, morfologi, dan habitat di tempatkan pada halaman kanan menggunakan jenis *font* Aparajita ukuran 15 pt. Semua tulisan pada halaman kanan berwarna putih, kecuali tulisan sumber klasifikasi.

Pada halaman materi ini memiliki tiga pola desain yang berbeda. Perbedaan hanya terletak pada penempatan komponen saja, namun untuk komposisi seperti gambar, penjelasan dan *shapes* berbentuk persegi yang

digunakan tetap sama. Hal ini dibuat dengan maksud agar desain tidak monoton sehingga peserta didik tidak akan merasa bosan ketika membacanya. Pola desain pertama diterapkan pada materi spesies dari genus *Stomopneustes* dan *Echinometra*. Kedua, diterapkan pada spesies dari genus *Heterocentrotus* dan *Tripneustes*. Ketiga, diterapkan pada spesies dari genus *Pseudoboletia*, *Diadema*, dan *Echinothix*.



Gambar 4.18 Desain Pertama Materi Spesies Bulu Babi (Echinoidea)



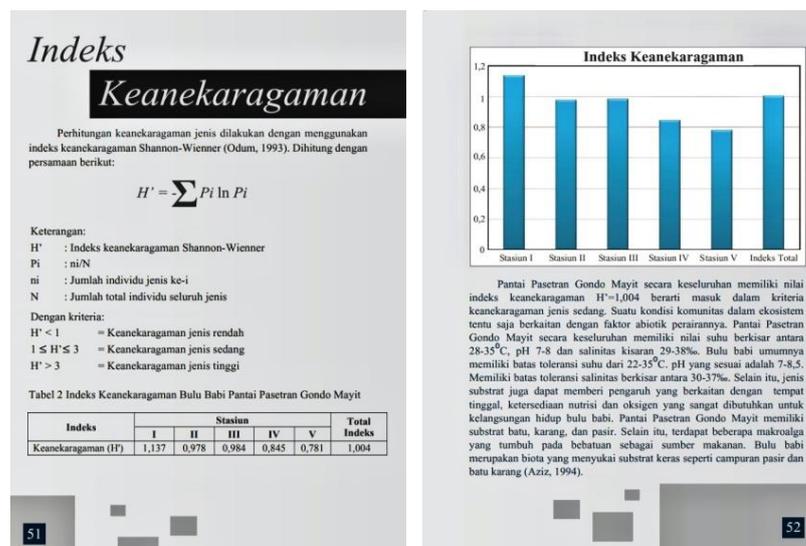
Gambar 4.19 Desain Kedua Materi Spesies Bulu Babi (Echinoidea)



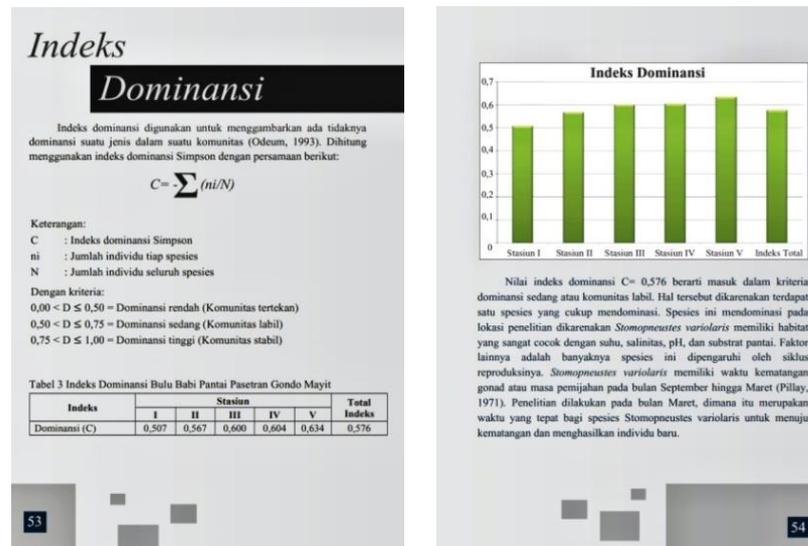
Gambar 4.20 Desain Ketiga Materi Spesies Bulu Babi (Echinoidea)

h. Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi

Warna dasar adalah abu-abu dengan *shapes* persegi warna biru tua pada judul dan warna abu-abu di bagian bawah. Tulisan judul menggunakan jenis *font* Aparajita ukuran 40 pt. Isi menggunakan *font* Aparajita dengan ukuran 16 pt. Pada halaman sisi kiki berisi rumus untuk menghitungnya dan tabel hasil perhitungan. Halaman sisi kanan berisi diagram batang hasil perhitungan serta penjelasannya. Warna tulisan putih, hitam dan biru tua.



Gambar 4.21 Desain Halaman Indeks Keanekaragaman



Gambar 4.22 Desain Halaman Indeks Dominansi

i. Peranan Bulu babi

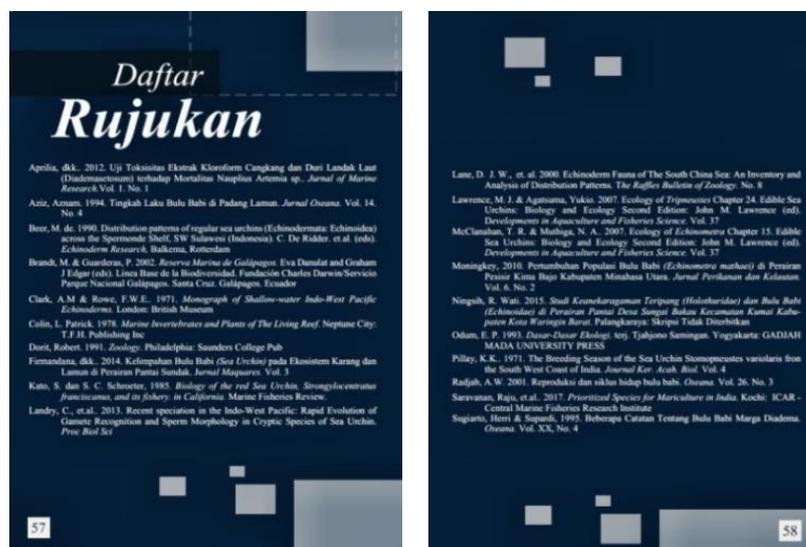
Pada halaman ini memakai *background* gambar bulu babi yang dilapisi *shapes* abu-abu muda transparan. Tulisan judul menggunakan jenis *font* Aparajita ukuran 50 pt. Deskripsi isi peranan bulu babi menggunakan jenis *font* Aparajita ukuran 16 pt. Semua tulisan yang dimuat berwarna putih.



Gambar 4.23 Desain Halaman Peranan Bulu Babi

j. Daftar Rujukan

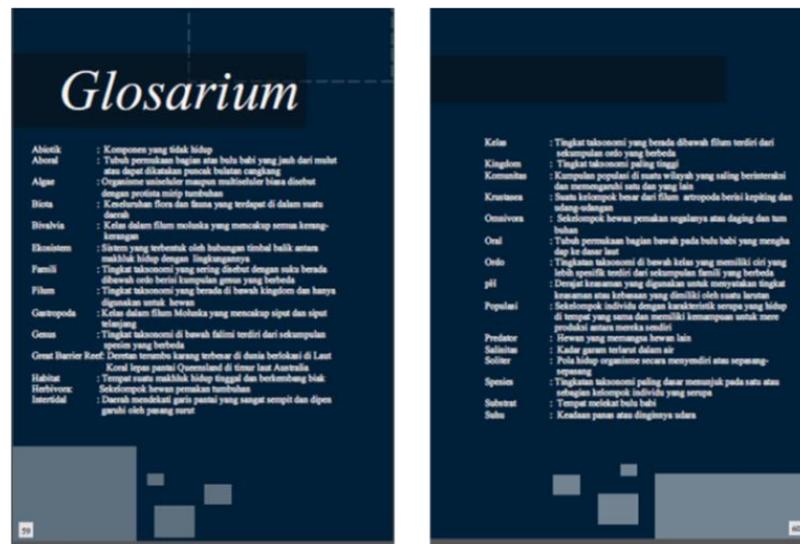
Pada halaman daftar rujukan menggunakan warna dasar biru tua, terdapat *shape* persegi berwarna biru muda pada bagian bawah. Tulisan judul menggunakan *font* Aparajita dengan ukuran 45 pt dan isi daftar rujukan menggunakan *font* Aparajita dengan ukuran 13 pt. Daftar rujukan berisi tentang sumber yang digunakan peneliti saat menyusun materi *booklet*.



Gambar 4.24 Desain Halaman Daftar Rujukan

k. Glosarium

Pada halaman ini warna dasar yang digunakan adalah warna biru tua dengan terdapat *shapes* persegi dan persegi panjang berwarna biru muda yang berada pada bagian bawah halaman, tepatnya bagian bawah sebelah sisi kiri pada halaman kanan dan sebelah sisi kanan pada halaman kiri. Tulisan judul menggunakan *font* Aparajita dengan ukuran 78 pt dan isi glosarium menggunakan *font* Aparajita dengan ukuran 13 pt. Glosarium berisi penjabaran atau definisi dari istilah-istilah asing yang terdapat dalam *booklet* dengan tujuan agar mempermudah pemahaman pembaca.



Gambar 4.25 Desain Halaman Glosarium

1. Biografi Penulis

Pada halaman biografi penulis berisi foto dan identitas penulis. Warna dasar berwarna biru tua dan terdapat *shape* persegi berwarna biru muda. Pada sisi kiri terdapat foto penulis. Tulisan “Biografi Penulis” menggunakan *font* Aparajita ukuran 45 pt dan pada isi biografi menggunakan *font* Aparajita ukuran 13 pt.



Gambar 4.26 Desain Halaman Biografi Penulis

3. Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap ini peneliti melakukan validasi kepada ahli materi dan ahli media. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kualitas *booklet* yang telah dikembangkan oleh peneliti dari segi cakupan materi, keakuratan materi, kebahasaan, desain, dan tampilan fisik. Kelayakan media pembelajaran akan diketahui setelah validasi dilakukan, hal ini berguna untuk perbaikan produk media pembelajaran. Berikut adalah hasil validasi ahli materi dan ahli media:

a. Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi media pembelajaran *booklet* oleh ahli materi dinilai menggunakan angket validasi yang diadaptasi dari skripsi Patmawati.¹⁷² Angket validasi ini menggunakan skala *Likert* dengan alternatif jawaban yaitu, SB (Sangat Baik) = 4, B (Baik) = 3, CB (Cukup Baik) = 2, dan TB (Tidak Baik) = 1. Validasi ahli materi ini dilakukan oleh Bapak Arif Mustakim, M.Si. selaku dosen Tadris Biologi IAIN Tulungagung. Aspek yang dinilai oleh ahli materi adalah aspek cakupan materi, keakuratan materi, dan kebahasaan pada *booklet*. Jumlah penilaian yang digunakan terdiri dari 15 butir pernyataan. Hasil validasi ahli materi selanjutnya dipersentasekan dan diambil kesimpulan berdasarkan kriteria kelayakan media pembelajaran. Hasil validasi kelayakan *booklet* oleh ahli materi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Validasi Kelayakan *Booklet* oleh Ahli Materi

No	Kriteria Penilaian	Skor	Keterangan
A. Cakupan Materi			
1	Judul <i>booklet</i> sesuai dengan cakupan substansi isi	3	Baik

¹⁷² Patmawati, *Pengembangan Booklet Biologi Hewan Invertebrata Sebagai Media Belajar Untuk Siswa Sekolah Menengah Atas*, (Jambi: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2018), hal. 49

2	Materi yang disajikan berurutan	3	Baik
3	Materi yang disajikan mudah untuk dipahami	4	Sangat Baik
4	Materi yang disajikan cukup menarik perhatian untuk mempelajari tentang bulu babi (Echinoidea)	4	Sangat Baik
B. Keakuratan Materi			
5	Kesesuaian materi dengan tujuan pengembangan <i>booklet</i>	3	Baik
6	Keakuratan dalam penyajian konsep dan definisi	3	Baik
7	Keakuratan dalam penyajian fakta dan data	3	Baik
8	Ketepatan dalam penulisan nama ilmiah	4	Sangat Baik
9	Ketepatan pemilihan ayat Al Qur'an	4	Sangat Baik
10	Substansi materi disajikan secara ringkas serta akurat sehingga menghindari miskonsepsi	3	Baik
11	Kesesuaian ilustrasi dengan materi yang disajikan	3	Baik
12	Keakuratan dan kesesuaian pada pustaka yang digunakan	4	Sangat Baik
C. Kebahasaan			
13	Bahasa yang digunakan sudah baku dan mudah untuk dipahami	3	Baik
14	Kalimat yang digunakan dalam produk sesuai dengan EYD Bahasa Indonesia yang baik dan benar	3	Baik
15	Kalimat yang digunakan tidak mengandung unsur SARA	3	Baik
TOTAL SKOR		50	
PERSENTASE		83%	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 4.6 dapat diketahui bahwa dosen ahli materi memberikan penilaian dengan jumlah skor 50. Hasil perhitungan persentase angket validasi media pembelajaran *booklet* oleh ahli materi mendapatkan nilai 83%. Berdasarkan kriteria validitas *booklet* pada tabel 3.9, maka nilai 83% termasuk dalam kategori “Sangat Valid”.

Berdasarkan hasil validasi ahli materi diketahui bahwa media pembelajaran *booklet* keanekaragaman dan dominansi bulu babi (Echinoidea) ini masuk dalam kategori “Sangat Valid” untuk digunakan. Adapun dalam

lembar hasil validasi tidak terdapat catatan atau saran guna perbaikan media pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa menurut ahli materi, *booklet* yang dikembangkan oleh peneliti sudah layak digunakan pada proses pembelajaran. Sesuai dengan kesimpulan yang diberikan oleh ahli materi pada akhir penilaian bahwa produk media pembelajaran berupa *Booklet* Keanekaragaman dan Dominansi Bulu Babi (Echinoidea) Pantai Pasetran Gondo Mayit Blitar ini layak digunakan di lapangan tanpa revisi.

b. Hasil Validasi Ahli Media

Validasi media pembelajaran *booklet* oleh ahli media dinilai menggunakan angket validasi yang diadaptasi dari skripsi Patmawati.¹⁷³ Angket validasi ini menggunakan skala *Likert* dengan alternatif jawaban yaitu, SB (Sangat Baik) = 4, B (Baik) = 3, CB (Cukup Baik) = 2, dan TB (Tidak Baik) = 1. Validasi ahli materi ini dilakukan oleh Bapak Nanang Purwanto, M.Pd. selaku dosen Tadris Biologi IAIN Tulungagung. Aspek yang dinilai oleh ahli media adalah aspek desain dan tampilan fisik pada *booklet*. Jumlah penilaian yang digunakan terdiri dari 10 butir pernyataan. Hasil validasi ahli media selanjutnya dipersentasekan dan diambil kesimpulan berdasarkan kriteria kelayakan media pembelajaran. Hasil validasi kelayakan *booklet* oleh ahli media adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Hasil Validasi Kelayakan *Booklet* oleh Ahli Media

No	Kriteria Penilaian	Skor	Keterangan
A. Desain			
1	Layout dan tata letak teks	4	Sangat Baik
2	Tampilan ukuran dan kefokusannya gambar	3	Baik

¹⁷³ *Ibid.*, hal. 49

3	Proporsi dan komposisi warna	3	Baik
4	Penyajian gambar dan grafis	3	Baik
5	Keterkaitan desain dengan ulasan materi	4	Sangat Baik
6	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan	4	Sangat Baik
B. Tampilan Fisik			
7	Kualitas dan ukuran kertas	4	Sangat Baik
8	Hasil cetakan dan penjiilidan	2	Cukup Baik
9	Kepraktisan <i>booklet</i> untuk dibawa dan disimpan	4	Sangat Baik
10	Kemudahan penggunaan <i>booklet</i> dalam pembelajaran	4	Sangat Baik
TOTAL SKOR		35	
PERSENTASE		88%	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 4.7 dapat diketahui bahwa dosen ahli media memberikan penilaian dengan jumlah skor 35. Hasil perhitungan persentase angket validasi media pembelajaran *booklet* oleh ahli media mendapatkan nilai 88%. Berdasarkan kriteria validitas *booklet* pada tabel 3.9, maka nilai 88% termasuk dalam kategori “Sangat Valid”.

Berdasarkan hasil validasi ahli media diketahui bahwa media pembelajaran *booklet* keanekaragaman dan dominansi bulu babi (*Echinoidea*) ini masuk dalam kategori “Sangat Valid” untuk digunakan. Adapun dalam lembar hasil validasi terdapat catatan atau saran guna perbaikan media pembelajaran yaitu, pada gambar yang dijadikan *background* tidak perlu diberi sumber gambar dan penulisan keterangan gambar spesies bulu babi agar dibuat lebih jelas lagi, karena menurut ahli media panahnya terbalik. Hal ini sesuai dengan kesimpulan yang diberikan oleh ahli materi pada akhir penilaian bahwa produk media pembelajaran berupa *Booklet*

Keanekaragaman dan Dominansi Bulu Babi (Echinoidea) Pantai Pasetran Gondo Mayit Blitar ini layak digunakan di lapangan dengan revisi.

4. Implementasi (*Implement*)

Pada tahap implementasi, peneliti melakukan uji keterbacaan menggunakan angket yang diadaptasi dari skripsi Patmawati.¹⁷⁴ Angket dianalisis menggunakan skala *Likert* dengan alternatif jawaban yaitu, SB (Sangat Baik) = 4, B (Baik) = 3, CB (Cukup Baik) = 2, dan TB (Tidak Baik) = 1. Aspek yang dinilai oleh responden adalah aspek cakupan dan keakuratan materi, desain, dan kebahasaan. Jumlah penilaian yang digunakan terdiri dari 10 butir pernyataan. Responden yang dipilih pada penelitian ini adalah mahasiswa Tadris Biologi IAIN Tulungagung Tulungagung semester 5 dengan jumlah 35 mahasiswa. Hasil uji keterbacaan selanjutnya dipersentasekan dan diambil kesimpulan berdasarkan kriteria kelayakan media pembelajaran. Hasil uji keterbacaan *booklet* oleh mahasiswa adalah sebagai berikut:

Tabel 4.8 Hasil Validasi Keterbacaan *Booklet* oleh Responden

No	Kriteria Penilaian	Skor				Jumlah Skor
		1 (TB)	2 (CB)	3 (B)	4 (SB)	
A. Cakupan dan Keakuratan Materi						
1	Materi yang disajikan mudah untuk dipahami	0	0	8	27	132
2	Materi yang disajikan cukup menarik perhatian untuk mempelajari tentang bulu babi (Echinoidea)	0	0	10	25	130
3	Materi yang disajikan berurutan	0	1	11	23	127

¹⁷⁴ *Ibid.*, hal. 49

4	Penulisan nama ilmiah yang digunakan pada <i>booklet</i> sesuai dengan aturan <i>binomial nomenklatur</i>	0	1	5	29	133
B. Desain						
5	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan sudah sesuai sehingga mudah untuk dibaca	0	1	9	25	129
6	Penyajian gambar dan grafis diletakkan sesuai dengan materi	0	0	12	23	128
7	Proporsi dan komposisi warna sudah sesuai sehingga tidak membingungkan	0	3	11	21	128
C. Kebahasaan						
8	Bahasa yang digunakan sudah baku dan mudah untuk dipahami	0	0	9	26	131
9	Kalimat yang digunakan dalam <i>booklet</i> sesuai dengan EYD Bahasa Indonesia yang baik dan benar	0	1	10	24	128
10	Kalimat yang digunakan tidak mengandung unsur SARA	0	0	8	27	132
TOTAL SKOR		1298				
PERSENTASE		93%				
KETERANGAN		Sangat Valid				

Berdasarkan tabel 4.8 dapat diketahui mahasiswa sebagai responden memberikan penilaian dengan jumlah skor 1298. Hasil perhitungan persentase uji keterbacaan media pembelajaran *booklet* oleh mahasiswa mendapatkan nilai 93%. Berdasarkan kriteria validitas *booklet* pada tabel 3.9, maka nilai 93% termasuk dalam kategori “Sangat Valid”.

Berdasarkan hasil uji keterbacaan diketahui bahwa media pembelajaran *booklet* keanekaragaman dan dominansi bulu babi (Echinoidea) ini masuk dalam kategori “Sangat Valid” untuk digunakan. Terdapat beberapa komentar dari mahasiswa terkait *booklet* yang telah dikembangkan oleh peneliti, yaitu diantaranya media pembelajaran *booklet* yang disajikan sudah baik, sangat

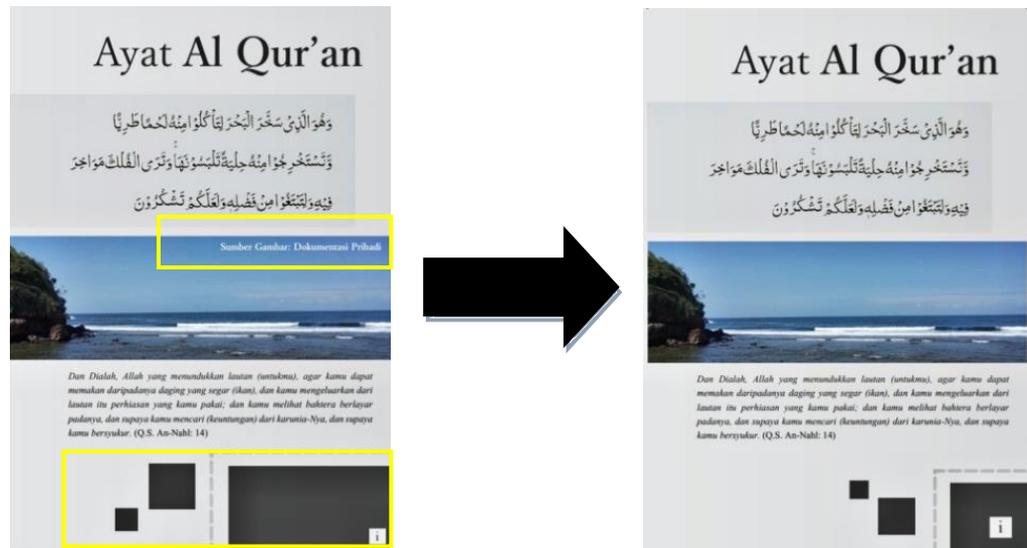
bagus, menarik, materi dan gambar serta penempatannya sudah sangat nyaman untuk dibaca, dan booklet sudah baik untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Selain itu terdapat juga beberapa saran yang diberikan oleh mahasiswa yaitu, terdapat kesalahan penggunaan huruf kapital pada beberapa kata dan tema *booklet* agar sedikit lebih cerah.

5. Evaluasi (*Evaluate*)

Berdasarkan saran ahli materi, ahli media, dan penilaian dari responden, maka *booklet* yang telah dikembangkan oleh peneliti dilakukan evaluasi atau perubahan guna perbaikan. Adapun beberapa bagian yang diperbaiki serta perubahan setelah perbaikan dapat dilihat sebagai berikut:

a. Perubahan Halaman Ayat Al-Qur'an

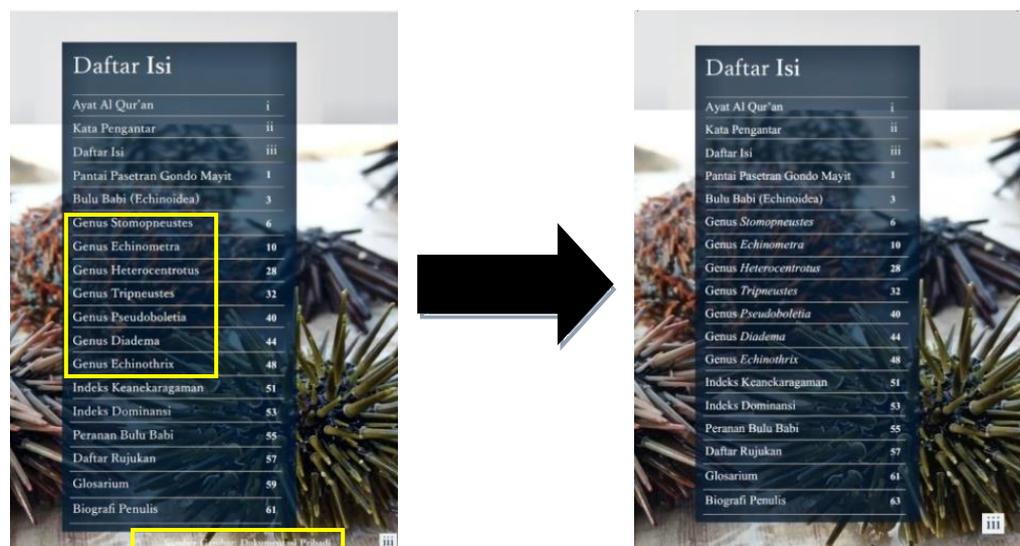
Perubahan halaman ayat Al-Qur'an yaitu penghapusan tulisan "Sumber Gambar: Dokumentasi Pribadi" dan perubahan ukuran *shapes* yang berada pada bagian pojok bawah sisi kanan halaman. Pada desain awal terdapat tulisan "Sumber Gambar: Dokumentasi Pribadi" pada *background* gambar pantai kemudian disempurnakan dengan cara dihilangkan tulisan tersebut. Hal ini atas dasar saran ahli media, karena menurut dosen ahli media jika gambar dijadikan *background*, maka tidak perlu diberi keterangan sumber gambar. Kemudian ukuran *shapes* diubah menjadi lebih kecil. Hal tersebut dilakukan agar *shapes* sebagai tambahan nilai keindahan tidak memakan tempat, sehingga tulisan dapat terbaca dengan jelas.



Gambar 4.25 Revisi Desain Halaman Ayat Al-Qur'an

b. Perubahan Halaman Daftar Isi

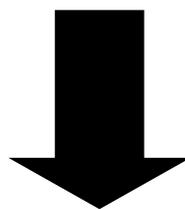
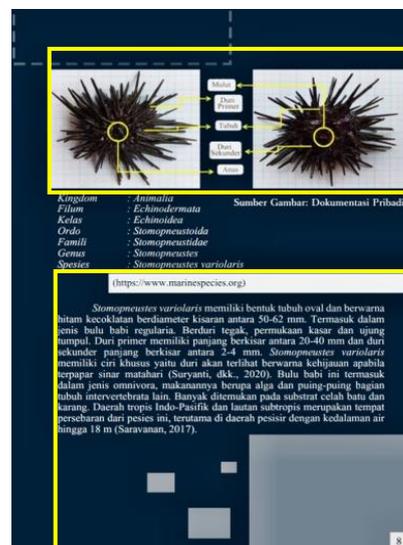
Perubahan halaman daftar isi yaitu perubahan tipe *font*. Pada desain awal nama setiap genus pada daftar isi menggunakan *font* Aparajita ukuran 17 dan reguler atau lurus (tidak miring) kemudian disempurnakan dengan cara diubah menjadi tipe *font* Aparajita ukuran 17 dan *italic* (miring). Selain itu, tulisan sumber gambar pada *background* juga dihapus.

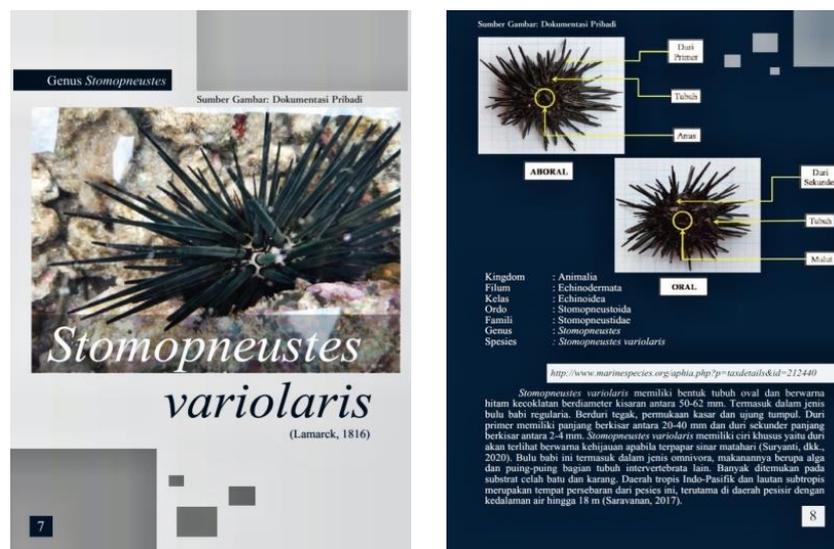


Gambar 4.26 Revisi Desain Halaman Daftar Isi

c. Perubahan Halaman Materi Setiap Spesies Bulu Babi (Echinoidea)

Perubahan halaman materi setiap spesies bulu babi (Echinoidea) yaitu pada halaman bagian kiri tulisan nama genus yang semula reguler disempurnakan menjadi *italic* (miring) dan tulisan nama spesies yang awalnya berbeda ukuran menjadi satu ukuran yang serasi. Pada halaman bagian kanan diubah peletakan gambar, perubahan keterangan gambar, peletakan deskripsi, dan pelengkapan *link* sumber klasifikasi. Kemudian *shapes* diubah menjadi lebih kecil dan letaknya diganti yang semula di bawah menjadi di atas. Hal tersebut dilakukan agar *shapes* sebagai tambahan nilai keindahan tidak memakan tempat, sehingga tulisan dapat terbaca dengan jelas.





Gambar 4.27. Revisi Desain Halaman Materi Spesies Bulu Babi

D. Pembahasan Penelitian Tahap II

Media pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa *booklet* dengan ukuran kertas A5 sebanyak 32 lembar atau 63 halaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Simamora bahwa *booklet* adalah buku berukuran kecil (setengah kuarto) dan tipis, tidak lebih dari 35 lembar bolak balik yang berisi tentang tulisan dan gambar-gambar.¹⁷⁵ Keunggulan *booklet* sebagai media pembelajaran diantaranya yaitu, materi yang dimuat pada *booklet* lebih lengkap, namun dikemas secara ringkas dan sederhana sehingga peserta didik tidak mudah merasa bosan saat membacanya. Selain itu, penggunaan *booklet* juga sangat praktis karena ukurannya kecil, maka mudah dibawa dan disimpan. Sesuai dengan pendapat Mintarti bahwa *booklet* sebagai media

¹⁷⁵ Roymond H. Simamora, *Buku Ajar Pendidikan dalam Keperawatan*, (Jakarta: EGC, 2009), hal. 71

pembelajaran dapat memuat materi yang lebih lengkap namun tetap sederhana, serta praktis untuk digunakan.¹⁷⁶

Booklet dicetak menggunakan kertas *art paper* 310 gram pada sampul depan dan belakang dan 150 gram pada isi *booklet*. Alasan peneliti menggunakan jenis kertas tersebut adalah karena kertas *art paper* dapat menampilkan efek mengkilap dan membuat gambar pada *booklet* terlihat lebih nyata. Selain itu, kertas yang dipilih juga memiliki tingkat ketebalan yang optimal sehingga *booklet* memiliki daya tahan penggunaan yang baik dalam jangka panjang. Sesuai dengan pendapat Najahah dan Oemar bahwa jenis kertas *art paper* selain tebal, kertas ini juga memiliki dasar kertas yang mengkilap sehingga tidak perlu lagi menggunakan proses laminasi untuk memperpanjang ketahanan suatu produk.¹⁷⁷

Tema pada *booklet* menggunakan dua warna yaitu biru dan abu-abu. Menurut Supriyono, warna biru dan abu-abu termasuk dalam warna dingin yang terkesan kalem, damai, dan nyaman untuk dilihat. *Background* yang bertema gelap menjadikan efek kontras yang ditimbulkan menjadi optimal sehingga membuat warna dari foto yang dimuat dalam *booklet* semakin jelas dan menarik. Selain itu, penggunaan warna bertujuan untuk memperkuat isi atau pesan suatu produk.¹⁷⁸ Peneliti memakai warna tema biru dan abu-abu

¹⁷⁶ Mintarti, *Efektivitas Buklet Makjan Sebagai Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Perilaku Berusaha Bagi Pedagang Makanan Jajanan (Kasus di Kabupaten Cianjur)*, (Bogor: Tesis Tidak Diterbitkan, 2001), hal. 13

¹⁷⁷ Ifitahun Najahah dan Eko Agus Basuki Oemar, Perancangan Buku Pop-Up Sebagai Media Pembelajaran Tentang Rumah dan Pakaian Adat Nusantara Di Jawa, *Jurnal Pendidikan Seni Rupa*, Vol. 04, No. 03, 2016, hal. 498

¹⁷⁸ Rachmat Supriyono, *Desain Komunikasi Visual*, (Yogyakarta: Andi, 2010), hal. 74

sebagai representasi dari warna laut atau tema pantai yang menjadi topik pembahasan pada booklet.

Jenis *font* yang digunakan pada booklet adalah Aparajita, KodchiangUPC, ITC New Baskerville, dan Times New Rowman dengan menggunakan ukuran yang beragam. Jenis-jenis *font* ini tergolong *font* bergaya *serif*, yaitu *font* yang memiliki karakter seperti kait atau uliran pada setiap ujung dari struktur hurufnya. Penggunaan gaya *font* ini didasarkan atas keinginan peneliti agar desain yang dihasilkan terlihat formal namun tidak kaku dan tetap sederhana, sehingga dapat memunculkan kesan elegan. Sesuai pendapat Rahmi, dkk. bahwa *font* dengan gaya *serif* dianggap dapat membuat suatu bahan bacaan terlihat formal, tidak kaku, dan elegan.¹⁷⁹ Selain itu, *booklet* keanekaragaman dan dominansi bulu babi ini dominan menggunakan jenis *font* aparajita. Menurut Dwipayana, dkk. menyatakan bahwa *font* aparajita dapat digunakan pada media baca serta memiliki sifat yang tidak terlalu formal dan tidak terlalu santai.¹⁸⁰ Sedangkan, menurut Lesmana, dkk. salah satu *font* yang dominan dipakai pada media pembelajaran adalah aparajita dengan alasan bahwa *font* tersebut memiliki bentuk yang menarik sehingga membuat kesan media pembelajaran menjadi tidak kaku, sehingga peserta didik tertarik untuk membaca informasi yang ada

¹⁷⁹ Rifdatur Rahmi, dkk., Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Inkuiri Terbimbing dan Multimedia Pembelajaran IPA SMP, *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, Vol. 2, No. 2, 2014, hal. 6

¹⁸⁰ I Made Riki Dwipayana, dkk., Perancangan Media Komunikasi Visual sebagai Sarana Promosi Karma Beach Bar di Legian, *Selaras Rupa*, Vol. 01, No. 04, 2015, hal. 1041

di dalamnya.¹⁸¹ Pemilihan jenis dan karakter *font* akan sangat menentukan keberhasilan desain komunikasi visual sebagai penyampai informasi.¹⁸²

Media pembelajaran *booklet* dinyatakan layak digunakan. Skor yang diperoleh hasil validasi oleh ahli materi sebesar 50 dengan persentase 83% dan ahli media sebesar 35 dengan persentase 88%. Berdasarkan kriteria validitas suatu media pembelajaran, persentase 83% dan 88% termasuk dalam kategori “Sangat Valid”.¹⁸³ Uji keterbacaan responden diisi oleh 35 mahasiswa dari semester 5. Hasil uji keterbacaan pada mahasiswa mendapatkan skor 1298 dengan persentase 93%, termasuk dalam kriteria validitas “Sangat Valid”.¹⁸⁴ Tingkat kelayakan produk pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Patmawati yang menunjukkan nilai validasi *Booklet* Biologi Hewan Invertebrata terkategori “Sangat Valid” dengan hasil validasi dari ahli desain dengan persentase 90 %, ahli materi diperoleh persentase 92 %, dan ahli bahasa 87,5 %.¹⁸⁵

Dari pembahasan diatas dapat diketahui bahwa media pembelajaran *booklet* yang telah dikembangkan oleh peneliti terkategori layak digunakan pada proses pembelajaran dengan harapan dapat meningkatkan rasa keingintahuan peserta didik dan tentunya menambah pemahaman serta semangat dalam belajar.

¹⁸¹ Sapta Hadi Lesmana, dkk., Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Inkuiri Materi Zat Aditif Kelas Viii Smp Negeri Se-Kota Pontianak, *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP UNTAN*, hal. 6

¹⁸² Rachmat Supriyono, *Desain Komunikasi...*, hal. 20

¹⁸³ Agustina Fatmawati, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Konsep Pencemaran Lingkungan Menggunakan Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah Untuk Siswa Kelas X, *Jurnal EduSains*, Vol. 4, No.2, 2016, hal. 96

¹⁸⁴ *Ibid.*, hal. 96

¹⁸⁵ Patmawati, *Pengembangan Booklet...*, hal. 57