

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Keanekaragaman Moluska di Ekosistem Mangrove Banyuurip

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Hutan Mangrove Banyuurip Gresik, ditemukan sebanyak 9 spesies dari 3 stasiun berbeda. Jenis dan jumlah Moluska yang ditemukan di lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Jenis dan Jumlah Moluska yang ditemukan di Lokasi Penelitian

No	Nama Spesies	Stasiun Penelitian			Jumlah
		1	2	3	
1	<i>Glauconome chinensis</i>	53	94	51	198
2	<i>Pythia plicata</i>	9	8	1	18
3	<i>Cassidula aurisfelis</i>	-	5	1	6
4	<i>Auriculastra subula</i>	-	1	-	1
5	<i>Pirenella cingulata</i>	6	-	7	13
6	<i>Pirenella sp</i>	1	-	-	1
7	<i>Salinator fragilis</i>	-	5	-	5
8	<i>Nassarius stolatus</i>	-	1	-	1
9	<i>Assiminea brevicula</i>	65	63	-	128
Jumlah		134	177	60	371

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa spesies dari kelas Bivalvia, *Glauconome chinensis* paling mendominasi di seluruh stasiun. Sementara spesies *Auriculastra subula*, *Pirenella sp*, dan *Nassarius stolatus* hanya berjumlah satu pada stasiun berturut-turut stasiun 2, 1, 2. Spesies kedua yang melimpah adalah *Assiminea brevicula*. Kemudian spesies *Pythia plicata* menduduki jumlah terbanyak ketiga pada keseluruhan stasiun.

Setelah mencatat data jenis Moluska, maka langkah selanjutnya adalah identifikasi. Identifikasi spesies Moluska dilakukan dengan memperhatikan morfologi, warna cangkang, ukuran, dan corak serta memperhatikan ciri-ciri

husus yang dimiliki oleh setiap spesies. Berikut dibawah ini hasil identifikasi spesies Moluska yang ditemukan di Hutan Mangrove Banyuurip, Kabupaten Gresik:

Tabel 4.2 Hasil Identifikasi Spesies Moluska di Ekosistem Mangrove Banyuurip

Kelas	Ordo	Family	Genus	Spesies
Bivalvia	Venerida	Glauconomidae	Glauconome	<i>Glauconome chinensis</i>
Gastropoda	Eupulmonata	Ellobiidae	Pythia	<i>Pythia plicata</i>
			Cassidula	<i>Cassidula aurisfelis</i>
			Auriculastra	<i>Auriculastra subula</i>
	Caenogastropoda	Potamididae	Pirenella	<i>Pirenella cingulata</i>
			Pirenella	<i>Pirenella sp</i>
	Pylopulmonata	Amphibolidae	Salinator	<i>Salinator fragilis</i>
	Neogastropoda	Nassariidae	Nassarius	<i>Nassarius stolatus</i>
Littorinimorpha	Assimineidae	Assiminea	<i>Assiminea brevicula</i>	

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat diketahui bahwa jenis Moluska yang ditemukan di lokasi penelitian terdiri dari 2 kelas, 6 ordo, 9 genus, dan 9 spesies. Penjelasan selengkapnya tentang deskripsi, ciri-ciri, klasifikasi, dan gambar jenis Moluska dapat di lihat pada penjelasan berikut ini.

1. *Glauconome chinensis* (Gray, 1828)



Gambar 4.1 *Glauconome chinensis*

Klasifikasi:

Kingdom : Animalia
Filum : Moluska
Kelas : Bivalvia
Ordo : Venerida
Family : Glauconomidae
Genus : Glauconome
Spesies : *Glauconome chinensis*
(Sumber: marinespecies.org)

Deskripsi:

Glauconome chinensis yang ditemukan di lokasi mempunyai panjang 3,5-4 cm. Umumnya, warna cangkangnya berwarna hijau pudar, terkadang ada kombinasi warna hitam dan kuning. Kerang ini hidup di substrat pasir berlumpur atau di zona intertidal. Saat ditemukan, kerang ini berada didalam lumpur hingga kedalaman setengah meter dan cenderung hidup berkoloni.

Glauconome chinensis ditemukan di dalam lumpur. Anggota kelas Bivalvia pada umumnya adalah *gonocorhic* (jenis kelaminnya dapat dibedakan), tetapi ada juga beberapa anggota kelas Bivalvia yang bersifat hermafrodit. Siklus hidupnya dari embrio berkembang menjadi larva yang dapat berenang bebas. Kemudian setelah itu digantikan oleh larva bivalvia menyerupai miniatur kerang¹.

2. *Pythia plicata* (Ferrusac, 1821)

¹ <https://www.sealifebase.se/summary/Glauconome-chinensis.html>



(a)

(b)



(c)

Gambar 4.2 *Pythia plicata*. (a) penampakan dorsal, (b) penampakan ventral, (c) *Pythia plicata* (gastropod.com)

Klasifikasi:

Kingdom : Animalia
 Filum : Moluska
 Kelas : Gastropoda
 Ordo : Eupulmonata
 Family : Ellobiidae
 Genus : *Pythia*
 Spesies : *Pythia plicata*
 (Sumber: gastropod.com)

Deskripsi:

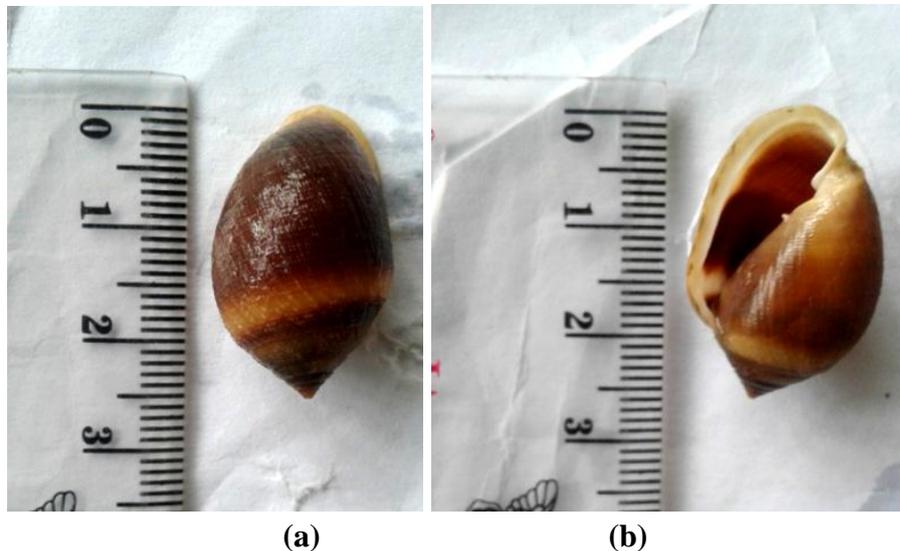
Spesies ini ditemukan di lumpur bawah pohon mangrove dan ada juga yang menempel di batang pohon mangrove. Panjangnya mencapai 2,3 cm dengan cangkang berwarna mulai dari coklat kehitaman sampai putih mengkilap, serta

terdapat garis-garis belang di cangkang bagian dorsal. Bentuknya bulat meruncing.

Cangkang berukuran sedang, coklat pucat dengan pola tidak teratur . Secara garis besar, bentuknya bulat telur dan menggebung. Bibir lebar dan kalus menutupi hampir setengah sisi perut lingkaran. Pada umumnya, panjang spesies ini sekitar 2 cm².

Spesies *Pythia plicata* sangat beraneka ragam. Warna cangkang spesies *P. plicata* ini juga bervariasi mulai dari coklat belang sampai kuning pucat. Spesies ini banyak ditemukan di daerah mangrove, dimana mereka hidup di dedaunan dan pohon-pohon atau kayu yang sudah mati³.

3. *Cassidula aurisfelis* (Bruguiere, 1789)



² Han Raven dan Jaap Jan Vermeulen, *Notes on Mollusc from NW Borneo and Singapore 2.A Synopsis of The Ellobiidae (Gastropoda:Pulmonata)*, Vita Malacologia 2007, hlm 29

³ Laurence M. Cook, *Colour Variation in Pythia plicata (Ferussac) (Gastropoda: Ellobioidea)*, The University Of Manchester, hlm 2



(c)

Gambar 4.3 *Cassidula aurisfelis*. (a) penampakan dorsal, (b) penampakan ventral, (c) *Cassidula aurisfelis* (gastropod.com)

Klasifikasi:

Kingdom : Animalia
Filum : Moluska
Kelas : Gastropoda
Ordo : Eupulmonata
Family : Ellobiidae
Genus : *Cassidula*
Spesies : *Cassidula aurisfelis*
(Sumber: gastropod.com)

Deskripsi:

Jenis gastropoda ini berwarna coklat dengan garis putih melingkar di tubuh cangkang bagian bawah. Panjang *C. aurisfelis* yang ditemukan di lokasi penelitian berukuran 2,7 cm. Pada saat ditemukan, spesies ini menempel pada batang pohon mangrove.

Cassidula aurisfelis mempunyai bentuk ukuran cangkang menengah, berbentuk oval, tebal, dan mempunyai arah putaran ke kanan. Outer lip dan inner lip mengkilap. Outer lip tebal dan melebar serta halus dibagian dalamnya. Cangkang berwarna coklat kehitaman. Ukuran panjang cangkang *C. aurisfelis*

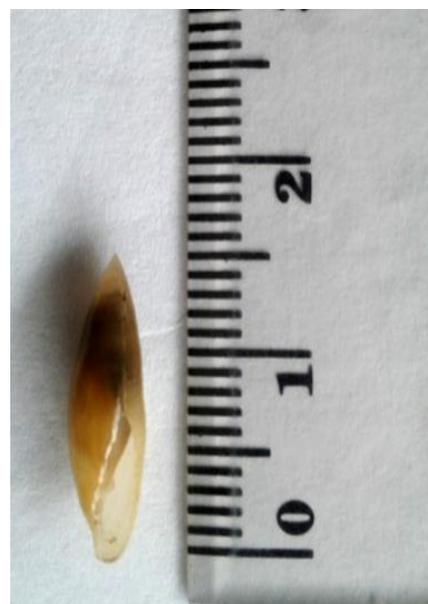
mencapai 2,95-2,41 sedangkan lebar cangkang sekitar 1,99-1,31 cm. Habitatnya berada di substrat berlumpur⁴.

Famili Ellobiidae mempunyai julukan “*the ear shell*”, yang diperlihatkan oleh melebarnya aperture ke lateral membentuk struktur seperti telinga. *Outer lip* menebal pada aperture. Cangkangnya berbentuk konikal dengan bentuk unit *whorl* piramidal. Pada genus *Cassidula*, ada hal yang menarik mengenai cangkang. Genus *Cassidula* memperlihatkan perbedaan warna dan pola warna untuk setiap jenisnya. *Cassidula mustelina* dan *Cassidula aurisfelis* mempunyai bentuk cangkang yang sangat serupa. Dilihat dari segi ekologi, kedua jenis tersebut mendiami habitat yang sama dengan perilaku yang sama pula. Perbedaannya hanya terdapat pada pola warna cangkang⁵.

4. *Auriculastra subula* (Quoy & Gaimard, 1832)



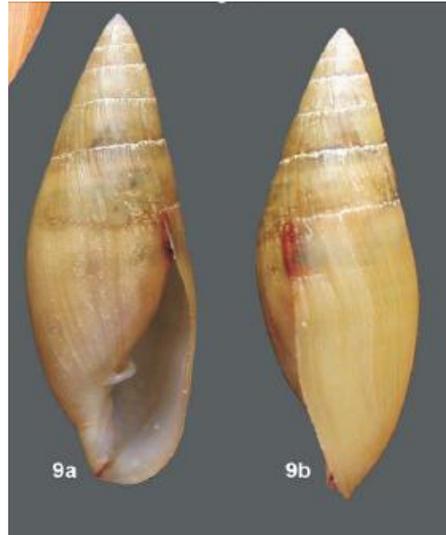
(a)



(b)

⁴ Sri Wahyuni, dkk. *Jenis-jenis Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) pada Ekosistem Mangrove di Desa Dedap Kecamatan Tasikputripuyu Kabupaten Kepulauan Meranti, Riau*, Universitas Pasir Pengaraian, hlm 4

⁵ Puguh Karyanto, dkk. *Variasi Cangkang Gastropoda Ekosistem Mangrove Cilacap Sebagai Alternative Sumber Pembelajaran Moluska: Gastropoda*, Jurnal Bioedukasi vol 1 no 1. Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sebelas Maret, hlm 4



(c)

Gambar 4.4 *Auriculastra subula*. (a) penampakan dorsal, (b) penampakan ventral, (c) *Auriculastra subula* (Han Raven&Jaap Vermeulen)

Klasifikasi:

Kingdom : Animalia
 Filum : Moluska
 Kelas : Gastropoda
 Ordo : Eupulmonata
 Famili : Ellobiidae
 Genus : *Auriculastra*
 Spesies : *Auriculastra subula*
 (Sumber: gastropod.com)

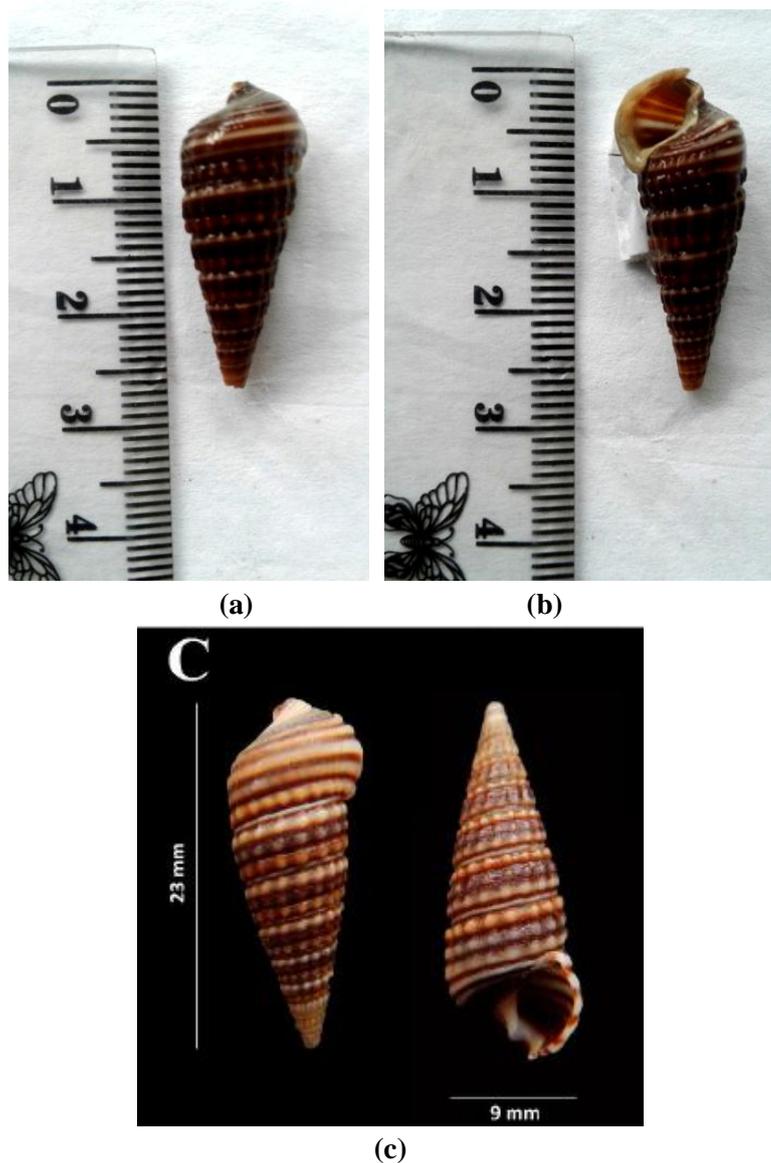
Deskripsi:

Gastropoda bernama *Auriculastra subula* ditemukan di bawah pohon mangrove berlumpur. Spesies ini mempunyai panjang 1,5 cm. Cangkangnya berwarna putih mengkilap, dengan tubuh berbentuk panjang. Lubang cangkangnya juga berbentuk panjang sehingga membedakan dengan jenis gastropoda lainnya.

Auriculastra subula memiliki panjang 9,32-9,34 mm. Sedangkan lebarnya sekitar 3,52-3,57 mm. *A. subula* berbentuk oval memanjang, warna kuning mengkilap dan sedikit pucat. Lubang pada *A. subula* membentuk bagian utama

cangkang (sekitar 50-65%). Columella terpotong dan memiliki satu atau dua lipatan. Inner lip sedikit bengkok dan outer lip yang tajam dengan bagian dalamnya yang halus. Habitat dari *A. subula* berada di substrat pohon bakau yang berlumpur⁶.

5. *Pirenella cingulata* (Gmelin, 1971)



Gambar 4.5 *Pirenella cingulata*. (a) penampakan dorsal, (b) penampakan ventral (c) *Pirenella cingulata* (Devendra Solanki, dkk)

Klasifikasi:

⁶ G. Kantharajan dkk, *Molluscan Diversity In The Mangrove Ecosystem of Mumbai West Coast Of India*, Regional Studies in Marine Science (14) 2017, hlm 6

Kingdom : Animalia
Filum : Moluska
Kelas : Gastropoda
Ordo : Caenogastropoda
Famili : Potamididae
Genus : Pirenella
Spesies : *Pirenella cingulata*
(Sumber: gastropod.com)

Deskripsi:

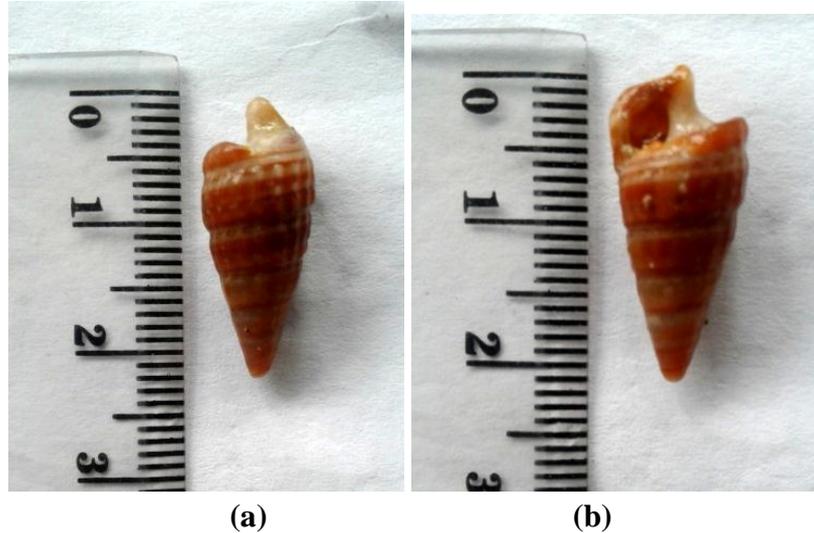
Tubuh *Pirenella cingulata* yang ditemukan di tempat penelitian ini berukuran 2,7 cm. Berwarna coklat kemerah-merahan dan tubuhnya tidak sehalus Gastropoda dari genus lainnya atau permukaan tubuhnya tidak merata dengan ada sedikit bintik-bintik putihnya. Ciri khasnya adalah tubuh cangkang bagian atas yang mempunyai bentuk seperti tanduk. Spesies ini ditemukan di substrat pasir berlumpur.

Pirenella cingulata adalah gastropoda yang jumlahnya berlimpah dan banyak dijumpai di habitat mangrove dan sungai berlumpur. Spesies ini berwarna coklat tua dan umumnya dikenal dengan sebutan “*Horn Shell*”. Cangkangnya besar, memanjang, dan tebal. Spesies ini dapat tumbuh hingga 55 mm. Pada penelitian yang dilakukan oleh Devendra Solanki dan timnya, *Pirenella cingulata* ditemukan dengan ukuran panjang 23 mm dan berada di substrat berlumpur. Hutan mangrove kaya akan nutrisi bahan organik sehingga dapat menyediakan makanan dan tempat tinggal, serta substrat yang cocok bagi anggota Potamididae.

Genus ini dianggap dapat digunakan sebagai indikator bioakumulasi dan dapat dijadikan sumber informasi mengenai ketersediaan hayati kontaminan dalam ekosistem. Selain sebagai sumber informasi mengenai kontaminan, genus ini juga dapat menunjukkan perubahan pada lingkungan fisik ekosistem mangrove yang mampu memberikan efek nyata pada kelimpahan dan keanekaragaman

bentuk fauna. Sehingga dari sumber inilah dapat disusun strategi konservasi hutan mangrove⁷.

6. *Pirenella sp.*



Gambar 4.6 *Pirenella sp.* (a) penampakan dorsal, (b) penampakan ventral

Klasifikasi:

Kingdom : Animalia
Filum : Moluska
Kelas : Gastropoda
Ordo : Caenogastropoda
Famili : Potamididae
Genus : *Pirenella*
Spesies : *Pirenella sp.*
(Sumber: gastropod.com)

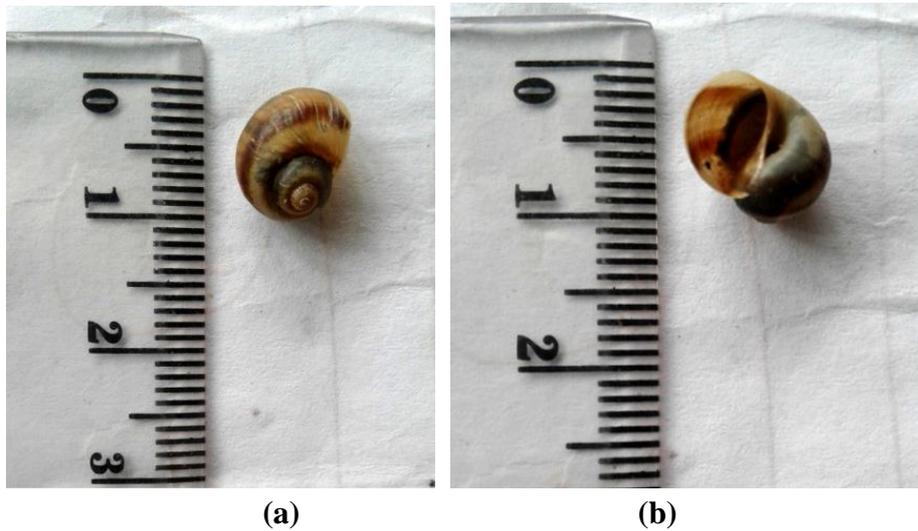
Deskripsi:

Pada spesies ini, cangkang berwarna oren dan terdapat bintik-bintik yang mengelilingi tubuh cangkang, yakni khas dari anggota *Pirenella*. Bentuk tubuh panjang mengerucut tetapi tidak meruncing, melainkan tumpul. Panjangnya mencapai 2,3 cm. Spesies ini ditemukan di substrat pasir berlumpur.

⁷ Devendra Solanki, dkk. Ecological Status of *Pirenella cingulata* (Gmelin, 1791) (Gastropod:Potamididae) in Mangrove Habitat of Ghogha Coast, Gulf of Khambhat, India. Cibtech Journal of Zoology vol 6 (2) 2017, hlm 3

Famili Potamididae yang tergabung dalam superfamili Certhioidea adalah satu-satunya family yang khas mendiami wilayah mangrove. Anggota famili ini hidup di hutan mangrove, bekas hutan mangrove, maupun wilayah yang mempunyai tegakan mangrove untuk berlindung, makan, memijah, dan membesarkan anakan. Beberapa anggota famili Potamididae bersifat amphibi, khususnya genus Cerithidea yang mempunyai perilaku memanjat pohon mangrove dan selalu berada di daerah garis pasang⁸.

7. *Salinator fragilis* (Lamarck, 1822)



⁸ Ucu Yanu Arbi, *Famili Potamididae: Kelompok Gastropoda yang Berasosiasi Eksklusif pada Ekosistem Mangrove*, Oseana volume XXXVII 2013, (Jakarta: LIPI), hlm 7



(c)

Gambar 4.7 *Salinator fragilis*. (a) penampakan dorsal, (b) penampakan ventral
(c) *Salinator fragilis* (G. Kantharajan, dkk)

Klasifikasi:

Kingdom : Animalia
Filum : Moluska
Kelas : Gastropoda
Ordo : Pylopulmonata
Famili : Amphibolidae
Genus : *Salinator*
Spesies : *Salinator fragilis*
(Sumber: gastropod.com)

Deskripsi:

Salinator fragilis yang ditemukan di lokasi penelitian mempunyai ciri-ciri tubuh berbentuk bulat kecil dengan garis coklat mengitari tubuh cangkangnya. Warna dari *S. fragilis* ini kuning keruh sedikit kehijauan dan kecoklatan. *S. fragilis* yang ditemukan berukuran 1,1 cm. Habitat *S. fragilis* berada di pasir berlumpur di lokasi penelitian.

Hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan peneliti asal India. Peneliti menemukan spesies *S. fragilis* dengan ukuran cangkang bervariasi mulai dari kecil sampai sedang, transparan, warna kekuning-kuningan dengan garis lebar berwarna

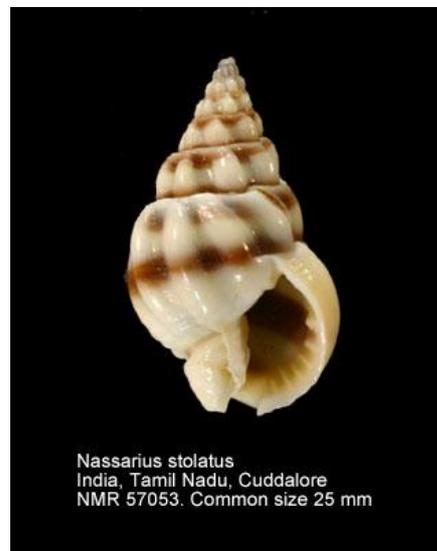
coklat gelap yang mengelilingi bagian atas cangkang. Ukuran tinggi cangkang pada Gastropoda jenis yang ditemukan ini sekitar 3,98-4,47 mm. Sedangkan ukuran lebar cangkang berkisar 4,04-4,49 mm. Habitat *S. fragilis* berada di mangrove berlumpur⁹.

8. *Nassarius stolatus* (Gmelin, 1791)



(a)

(b)



(c)

Gambar 4.8 *Nassarius stolatus*. (a) penampakan dorsal, (b) penampakan ventral (c) *Nassarius stolatus* (Gastropod.com)

Klasifikasi:

Kingdom : Animalia
Filum : Moluska

⁹ G. Kantharajan dkk, *Molluscan Diversity In The Mangrove Ecosystem of Mumbai West Coast Of India*, Regional Studies in Marine Science (14) 2017, hlm 6

Kelas : Gastropoda
Ordo : Neogastropoda
Famili : Nassariidae
Genus : Nassarius
Spesies : *Nassarius stolatus*
(Sumber: marinespecies.org)

Deskripsi:

Spesies *Nassarius stolatus* yang ditemukan di lokasi penelitian mempunyai panjang tubuh 1,9 cm. ciri khusus yang ditonjolkan pada spesies ini adalah tubuh bulat kemudian meruncing dengan warna kombinasi putih dan garis coklat yang mengitari tubuh *Nassarius stolatus*. Tubuhnya juga permukaannya tidak merata seperti Gastropoda lainnya. *N. stolatus* ditemukan di habitat air laut yang bersubstrat lumpur.

Hal itu didukung oleh penelitian dari Arijit Pahari yang dilakukan di Pantai Selatan India. Pahari dan timnya menemukan beberapa Gastropoda, termasuk *Nassarius stolatus*. Spesies *N. stolatus* yang ditemukan Pahari memiliki ukuran cangkang 1,8 cm- 2,2 cm. *N. stolatus* berbentuk bulat telur menuju ke puncak dengan aksent warna putih dan coklat yang mengelilingi bagian tengah badan. Habitat dari *N. stolatus* berada di zona intertidal, yakni berlumpur¹⁰.

Dalam penelitian lain, *Nassarius stolatus* memiliki kemampuan mengkonsumsi makanan dalam jumlah besar. Tubuhnya rentan terhadap toksisitas logam berat. Karena itu, dapat digunakan sebagai biomonitor potensial untuk area yang terkontaminasi logam berat. Meskipun *N. stolatus* mempunyai ukuran tubuh yang relatif sedang, namun mereka dapat mengakumulasi 5 logam berat di jaringan tubuhnya. Mereka juga dapat menunjukkan kapasitas

¹⁰ Arijit Pahari, dkk. Subaerial Naticid Gastropod Drilling By *Natica tigrina* On The Intertidal Molluscan Community Of Chandipur, Eastern Coast of India, Elsevier: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (2016), hlm 118

tinggi untuk biokonsentrasi logam berat dari air dan sedimen apabila dibandingkan dengan jenis gastropoda lainnya. Oleh karena itu, *N. stolatus* dapat menjadi biomonitor logam berat yang sesuai pada air dan sedimen yang terkontaminasi¹¹.

9. *Assiminea brevicula* (Pfeiffer, 1855)



(a)

(b)



(c)

Gambar 4.9 *Assiminea brevicula* (a) penampakan sisi dorsal (b) penampakan sisi ventral (c) *Assiminea brevicula* (Gastropod.com)

Klasifikasi:

Kingdom : Animalia
Filum : Moluska
Kelas : Gastropoda

¹¹ Kraisiri Khidkan, dkk. Using *Nassarius stolatus* As A Potential Heavy Metal Biomonitor. Japanese Journal of Veterinary Research 64 (4) 2016, hlm 4

Ordo : Littorinimorpha
Famili : Assimineidae
Genus : Assiminea
Spesies : *Assiminea brevicula*
(Sumber: gastropod.com)

Deskripsi:

Gastropoda jenis ini ditemukan di habitat berlumpur dibawah pohon mangrove dalam jumlah yang melimpah dan cenderung hidup berkoloni. Warna cangkangnya berupa coklat kemerah-merahan serta permukaan kulitnya halus. Panjang tubuhnya mencapai 0,6 cm.

Penelitian yang dilakukan oleh Sofya dan rekannya dari Vietnam menemukan Gastropoda jenis *Assiminea brevicula* dengan ciri-ciri panjangnya 6 mm atau sama halnya dengan 0,6 cm. Ukuran ini sama dengan ukuran panjang tubuh *A. brevicula* yang ditemukan oleh peneliti ini. Sofya dan rekannya menemukan *A. brevicula* di permukaan lumpur dibawah pohon mangrove¹². Selain itu, Wild Fact Sheet Singapore menemukan spesies *A. brevicula* pada habitat berlumpur di air payau. Ciri-cirinya berkulit halus, berbentuk bulat kecil, berwarna merah tetapi ada juga yang kehitaman. Operculum tipis, tubuhnya juga berwarna merah, dan bernafas menggunakan paru-paru. Ketika ditemukan, *A. breviculus* berukuran 0-5 sampai 0,8 cm¹³.

¹² Sofya Zvonareva dan Yuri Kantor, Checklist of Gastropod Mollusc in Mangroves of Khanh Hoa Province Vietnam, Russian Academy of Science, Zootaxa 4162 (3). Hlm 422

¹³ Wildsingapore.homepage, diakses pada 06 Maret 2020

Adanya populasi Moluska di ekosistem hutan mangrove tidak lepas dari berbagai faktor yang mempengaruhi. Salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan Moluska adalah faktor abiotik. Faktor abiotik ini terdiri dari suhu, pH, salinitas, dan tipe substrat. Berikut hasil pengukuran faktor abiotik di Hutan Mangrove Banyuurip:

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Faktor Abiotik di Lokasi Penelitian

	Plot	Faktor Abiotik			
		Suhu (°C)	pH	Salinitas (‰)	Tipe Substrat
Stasiun 1	1	36,7	7,3	3,6	Pasir berlumpur
	2	36,7	7,3	3,6	Pasir berlumpur
	3	36,7	7,3	3,6	Pasir berlumpur
	4	-	-	-	Berpasir
	5	-	-	-	Berpasir
	6	-	-	-	Berpasir
	7	36,7	7,3	2,0	Lumpur
	8	36,6	7,3	2,0	Lumpur
	9	36,6	7,3	2,0	Lumpur
Stasiun 2	1	35,6	7,6	1,6	Pasir berlumpur
	2	35,6	7,6	1,6	Pasir berlumpur
	3	35,6	7,6	1,6	Pasir berlumpur
	4	-	-	-	Berpasir
	5	-	-	-	Berpasir
	6	-	-	-	Berpasir
	7	36,6	7,3	2,0	Lumpur
	8	36,6	7,3	2,0	Lumpur
	9	36,6	7,3	2,0	Lumpur
Stasiun 3	1	36,8	7,2	2,2	Pasir berlumpur
	2	36,8	7,2	2,2	Pasir berlumpur
	3	36,8	7,2	2,2	Pasir berlumpur
	4	-	-	-	Berpasir
	5	-	-	-	Berpasir
	6	-	-	-	Berpasir
	7	35,6	7,3	2,1	Lumpur
	8	35,6	7,3	2,1	Lumpur
	9	35,6	7,3	2,1	Lumpur

Pengukuran dari data diatas kemudian dirangkum dalam tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.4 Kondisi dan Hasil Pengukuran Faktor Abiotik di Lokasi Penelitian

No.	Faktor Abiotik	Hasil
1	Suhu	35,6 – 36,8°C
2	Ph	7,2 – 7,6
3	Salinitas	1,6 – 3,6 ‰

4	Tipe Substrat	Berlumpur dan berpasir
---	---------------	------------------------

Hasil pengukuran faktor abiotik di Ekosistem Hutan Mangrove Banyuurip Gresik mempunyai kisaran suhu 36,4°C. Pengambilan data diambil pada waktu siang hari sehingga suhu dapat mencapai 36, 4°C. Bivalvia mempunyai suhu optimum 25-28°C¹⁴, sedangkan Gastropoda mempunyai kisaran suhu optimum 25-32°C yang layak untuk pertumbuhan dan reproduksi Gastropoda¹⁵.

Pengukuran pH diperoleh nilai 7,4. Bagi filum Moluska, baik Gastropoda maupun Bivalvia, mempunyai rentang pH optimum yakni kisaran 7-8,5 menurut KepMen Lh Nomor 51 Tahun 2004. Nilai pH yang didapatkan dalam penelitian ini termasuk cukup optimal dalam menunjang kelangsungan hidup Moluska. Pada pH yang cenderung optimum, organisme yang hidup dapat bertahan. Sebaliknya apabila pH terlalu tinggi maupun terlalu rendah, maka akan berpengaruh pada organisme yang hidup didalamnya¹⁶.

Hasil total pengukuran salinitas dalam penelitian ini diperoleh nilai 2,08‰. Effendi dalam Pratista 2019, mengatakan bahwa nilai salinitas air tawar kurang dari 0,5‰, perairan payau 0,5 – 30‰, perairan laut 30 – 40‰, dan perairan hipersalin mencapai 40 – 80‰. Menurut Kaliu dalam Pratista 2019, mengemukakan bahwa salinitas dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti penguapan, curah hujan, sirkulasi air, dan aliran sungai¹⁷.

¹⁴ Muhammad Masrur Islami, *Pengaruh Suhu dan Salinitas Terhadap Bivalvia*, Oseana, Volume XXXVIII, Nomor 2, Tahun 2013, hlm 3

¹⁵ Denny Sanjaya Putra, dkk. *Keanekaragaman Gastropoda di Perairan Litoral Pulau Pengujan Kabupaten Bintan*. Repository UMRAH, 2015, hlm 11

¹⁶ Tiara Pratista dan Sri Utami, *Keanekaragaman Mollusca di Hutan Mangrove Mengare Gresik Sebagai Penyusun Ensiklopedia dan Media Katalase Resin*, Prosiding Seminar Nasional Simbiosis IV 2019, Universitas PGRI Madiun, hlm 6

¹⁷ *Ibid*, hlm 7

Penelitian mengenai keanekaragaman suatu spesies juga dibutuhkan menghitung indeks keanekaragamannya. Dalam penelitian ini menggunakan tiga indeks, yaitu Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), indeks pemerataan (E), dan indeks kekayaan Margalef (DMg).

Hasil dari perhitungan Indeks Keanekaragaman (H') pada stasiun 1 yaitu berjumlah 1,074, stasiun 2 berjumlah 1,103, dan stasiun 3 berjumlah 0,527. Pada stasiun 1 dan stasiun 2, nilai Indeks Keanekaragaman tidak jauh berbeda sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat keanekaragaman di stasiun 1 dan stasiun 2 tergolong sedang. Sementara pada stasiun 3, diperoleh nilai 0,527 yang menunjukkan bahwa tingkat keanekaragamannya tergolong rendah.

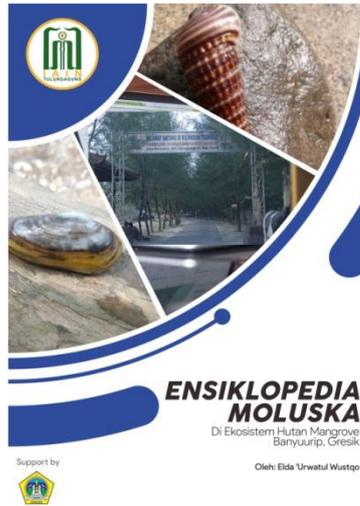
Indeks kedua yang digunakan yaitu Indeks Pemerataan (E). Hasil perhitungan Indeks Pemerataan pada setiap stasiun berturut-turut yakni 0,97, 1, dan 0,47. Stasiun 1 dan Stasiun 2 menunjukkan bahwa tingkat pemerataannya stabil sedangkan pada stasiun 3 tingkat pemerataannya tergolong labil. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah spesies yang ditemukan di stasiun 3 berjumlah sedikit. Indeks terakhir yang dihitung yakni Indeks Kekayaan Jenis Margalef (DMg). Hasil perhitungan ini memperoleh total nilai sebesar 0,040. Nilai ini termasuk dalam kategori kekayaan jenis rendah.

B. Prosedur Pengembangan Sumber Belajar

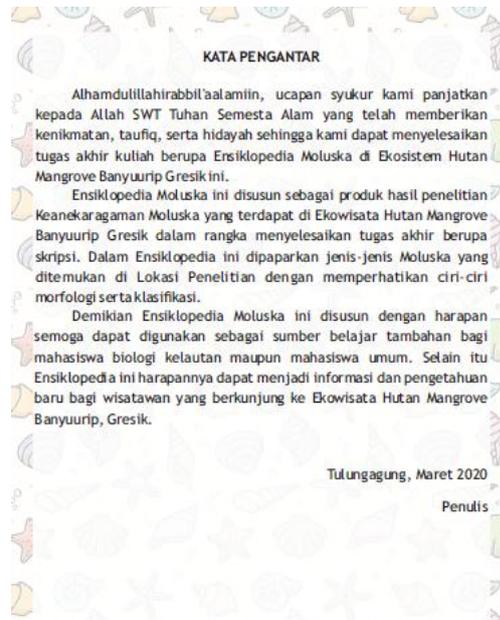
Pada penelitian ini dihasilkan produk berupa sumber belajar Ensiklopedia Moluska. Berikut ini adalah rancangan desain Ensiklopedia:

1. Desain Awal Produk

Tahap awal pengembangan produk adalah penyusunan desain cover, kata pengantar, dan daftar isi. Penampakan awal dapat dilihat seperti berikut:



Gambar 4.10 desain awal cover Ensiklopedia Moluska



Gambar 4.11 Kata Pengantar Awal

DAFTAR ISI	
COVER	i
COVER Dalam	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
A. Pendahuluan	
1. Filum Moluska	2
2. Ciri-ciri Umum Filum Moluska	2
3. Hutan Mangrove Banyuwangi	3
B. Jenis-jenis Moluska yang ditemukan di Hutan Mangrove Banyuwangi, Gresik	
1. <i>Glauconome chinensis</i> (Gray, 1828)	4
2. <i>Asiminea brevisula</i> (Peiffer, 1855)	5
3. <i>Auriculaster subula</i> (Quoy&Gaimard, 1832)	5
4. <i>Cassidula aurifelis</i> (Bruguiere, 1789)	6
5. <i>Nassarius stolatus</i> (Gmelin, 1791)	6
6. <i>Pirenella cingulata</i> (Gmelin, 1791)	7
7. <i>Pirenella</i> sp.	8
8. <i>Pythia pilosa</i> (Fermuss, 1821)	9
9. <i>Salinator fragilis</i> (Lamarck, 1822)	10
DAFTAR PUSTAKA	11
GLOSARIUM	12
BIOGRAFI PENULIS	13

Gambar 4.12 Daftar Isi Awal

2. Pengujian Tahap Pertama

Langkah selanjutnya setelah produk berhasil dikembangkan adalah melakukan uji kelayakan dengan cara mengajukan penilaian/validasi produk. Validasi produk ini diserahkan kepada Ahli Materi, dan Ahli Media.

a) Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi dilakukan dengan cara menunjukkan produk yang telah dikembangkan ke penilai/validator dengan disertai petunjuk-petunjuk pengisian. Setelah itu, validator dimohon untuk mengisi form penilaian yang sudah disediakan oleh penulis.

Pada saat penilaian, ahli materi pun memberikan komentar/saran yakni “Ada sedikit kesalahan pada penulisan *Glauconome*, tulisan ilmiah seharusnya dicetak miring, keterangan mengenai *Salinator* dan *Pythia* mohon ditambah lagi, dan gambar spesimen sebaiknya ditunjukkan sisi dorsal dan ventral”

Berdasarkan komentar ahli materi diatas, maka dapat diketahui bahwa terdapat beberapa kesalahan yang perlu diperbaiki guna menjadi produk akhir

yang baik. Komentar-komentar ahli itulah yang akan menjadi acuan penulis dalam proses revisi.

b) Validasi Ahli Media

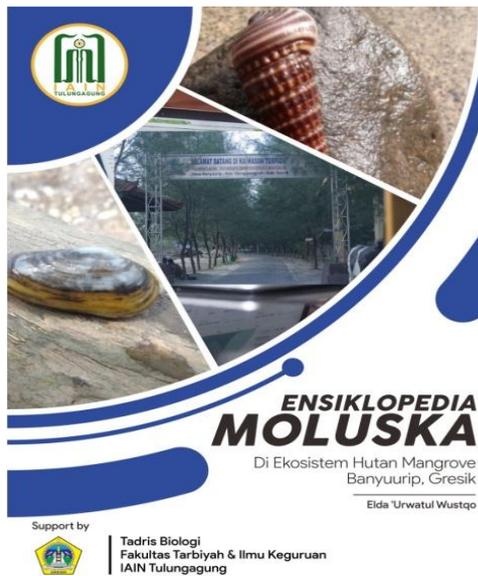
Validasi ahli media dilakukan dengan cara melihat kelayakan desain media ensiklopedia sebagai sumber belajar. Ahli media dimohon untuk memberikan penilaian mengenai produk ensiklopedia yang sudah disediakan oleh penulis.

Sama halnya dengan ahli materi, ahli media pun memberikan komentar pada produk ensiklopedia ini, yaitu *“Pada bagian daftar isi ada sedikit kesalahan yang tidak sesuai dengan isi, penyajian gambar kurang proporsional, dan spasi lebih diseragamkan”*.

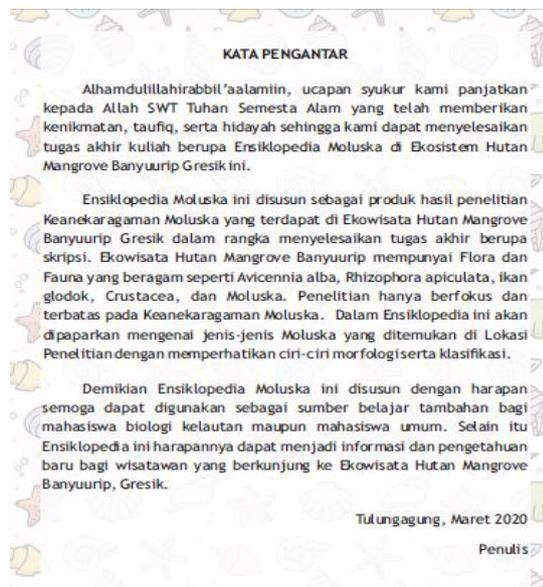
Berdasarkan komentar ahli media tersebut, maka ada beberapa desain yang perlu diperbaiki. Komentar-komentar tersebut akan menjadi acuan pada proses revisi produk.

3. Revisi Produk I

Setelah mendapatkan penilaian dari validator, maka komentar yang telah diberikan dijadikan sebagai bahan untuk merevisi produk. Hasil revisi produk dapat dilihat seperti berikut:



Gambar 4.13 Revisi Cover



Gambar 4.14 Revisi Kata Pengantar

DAFTAR ISI	
COVER	i
C OVER Dalam	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
A. Pendahuluan	
1. Filum Moluska	1
2. Ciri-ciri Umum Filum Moluska	1
3. Hutan Mangrove Banyuwangi	2
B. Jenis-jenis Moluska yang ditemukan di Hutan Mangrove Banyuwangi, Gresik	
1. Kelas Bivalvia <i>Glauconome chinensis</i> (Gray 1828)	3
2. Kelas Gastropoda	4
a. <i>Assiminea brevicula</i> (Pfeiffer, 1855)	4
b. <i>Auriculastru subula</i> (Quoy & Gaimard, 1832)	4
c. <i>Cassidula axiofalis</i> (Bruguiere, 1789)	5
d. <i>Nassarius stolatus</i> (Gmelin, 1791)	5
e. <i>Pirenella cingulata</i> (Gmelin, 1791)	6
f. <i>Pirenella sp.</i>	7
g. <i>Pythia plicata</i> (Ferrussac, 1821)	8
h. <i>Salinator fragilis</i> (Lamarck, 1822)	9
DAFTAR PUSTAKA	10
GLOSARIUM	11
BIOGRAFI PENULIS	12

Gambar 4.15 Revisi Daftar Isi

4. Hasil Pengujian Tahap Kedua (Uji Coba Terbatas)

Sesudah revisi produk, kemudian diujikan kepada 9 Mahasiswa Tadris Biologi. Pengujian ini dilakukan dengan cara menunjukkan produk kepada mahasiswa secara berurutan, kemudian mahasiswa dimohon mengisi form angket yang sudah disediakan penulis. Komentar-komentar yang diberikan oleh mahasiswa rata-rata adalah mengenai layoutnya yaitu “*jarak antar spasi yang seharusnya diseragamkan*”.

5. Revisi Produk II

Setelah mengadakan uji coba kepada beberapa mahasiswa dan mahasiswa memberikan komentar, maka komentar itu nantinya yang menjadi acuan untuk revisi. Hasil revisi dapat dilihat seperti berikut:



Gambar 4.16 Penampakan Setelah Di Revisi

C. Kelayakan Media Sumber Belajar

Kelayakan media sumber belajar ensiklopedia ini dilihat dari angket penilaian yang telah divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, serta uji coba terbatas oleh mahasiswa biologi khususnya yang telah menempuh mata kuliah biologi mangrove.

a. Hasil Validasi Oleh Ahli Materi

Penilaian pertama dilakukan oleh ahli materi dengan cara mengisi angket sesuai dengan penilaian dari ahli. Hasil penilaian dari ahli materi dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.5 Hasil Penilaian/Validasi Ahli Materi

No	Kriteria Penilaian	Nilai				
		SB	B	C	K	SK
A. Cakupan Materi						
1.	Relevan dengan materi Biologi		√			

	Mangrove					
2.	Keruntutan isi materi		√			
3.	Dapat memberikan informasi baru bagi pembaca		√			
B. Akurasi Materi						
4.	Keakuratan istilah yang berlaku dalam bidang biologi		√			
5.	Kesesuaian ilustrasi/gambar dengan materi yang disajikan		√			
6.	Keakuratan konsep yang disajikan		√			
7.	Keakuratan dan kesesuaian materi pada acuan pustaka yang digunakan		√			
8.	Kemutakhiran gambar atau foto yang disajikan			√		
C. Tata Bahasa						
9.	Kata/kalimat yang digunakan sesuai dengan tata bahasa yang baik, benar, dan lugas (sesuai kaidah EYD)		√			
10.	Bahasa yang digunakan komunikatif		√			
11.	Penggunaan kata tidak menimbulkan makna ganda		√			
12.	Ketepatan penulisan bahasa asing			√		
13.	Penulisan sesuai dengan aturan Binomial Nomenklatur		√			
Jumlah Total Skor (ΣR)		50				
Presentase Rata-Rata (NP)		77%				
Kriteria		Valid				

Jumlah skor maksimal (M) = 65

$$\text{Rumus: NP} = \frac{\Sigma R}{M} \times 100\% = \frac{50}{65} \times 100 = 77\%$$

Berdasarkan data dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli materi diperoleh presentase nilai yaitu

77%. Jika melihat pedoman konversi skor, maka nilai 77% menduduki kriteria valid. Ahli materi pun menyimpulkan bahwa “*produk layak digunakan dengan revisi*”.

b. Validasi Ahli Media

Validator kedua yakni ahli media, dimana ahli media menyoroti bagian desain/layout buku dengan cara mengisi form angket yang telah diberikan penulis. Hasil validasi oleh ahli media dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.6 Hasil Penilaian/Validasi Ahli Media

No	Kriteria Penelitian	Nilai				
		SB	B	C	K	SK
A. Organisasi Penyajian Secara Umum						
1.	Penyajian materi sistematis, logis, dan jelas		√			
2.	Penyajian Ensiklopedia lengkap sesuai daftar isi		√			
B. Desain						
3.	Layout dan tata letak teks		√			
4.	Tampilan, ukuran, dan kefokusannya gambar			√		
5.	Proporsi dan komposisi warna		√			
6.	Penyajian foto dan gambar			√		
7.	Keterkaitan sajian desain dengan ulasan materi	√				
8.	Kesesuaian konsep dengan judul, gambar, dan keterangan gambar dalam Ensiklopedia Moluska	√				
C. Tampilan Fisik						
9.	Kesesuaian jenis dan ukuran		√			

	huruf/font yang digunakan					
10.	Efisiensi peletakan teks dalam lembar halaman		√			
11.	Kualitas hasil pencetakan dan penjilidian		√			
12.	Konsistensi desain, format, pengorganisasian, dan daya tarik Ensiklopedia Moluska		√			
13.	Kualitas kertas dan ukuran		√			
Jumlah Total Skor (ΣR)		52				
Presentase Rata-Rata (NP)		80%				
Kriteria		Valid				

Jumlah skor maksimal (M) = 65

$$\text{Rumus: NP} = \frac{\Sigma R}{M} \times 100\% = \frac{52}{65} \times 100 = 80\%$$

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat dilihat hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli media menunjukkan nilai 80%. Nilai 80% dalam pedoman konversi skor menduduki kriteria valid. Namun, ahli media memberi kesimpulan bahwa “*produk layak digunakan dengan revisi*”.

c. Penilaian *Peer Reviewer*

Peer Reviewer yang dimaksud dalam penelitian ini adalah mahasiswa biologi khususnya mahasiswa biologi kelautan yang telah menempuh mata kuliah biologi mangrove. Mahasiswa diberikan produk yang telah direvisi sebelumnya kemudian mengisi angket sesuai dengan penilaian masing-masing. Hasil dari penilaian *peer reviewer* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.7 Hasil Penilaian Peer Reviewer/Mahasiswa Tadris Biologi

No	Kriteria Penilaian	Nilai								
		M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9
A. Cakupan Materi										
1.	Kelengkapan materi	5	5	4	4	5	4	4	5	4
2.	Keakuratan materi	5	5	4	4	5	5	4	5	4
3.	Kemutakhiran materi	5	5	4	4	5	4	4	4	4
4.	Penyajian materi menarik	5	5	4	4	5	4	5	4	4
5.	Sistematika uraian materi	4	4	5	4	5	4	4	4	5
6.	Ketepatan ilustrasi dengan materi	5	4	5	4	5	4	4	5	4
7.	Sistematika Ensiklopedia lengkap (terdapat daftar isi, petunjuk penggunaan, dan glosarium)	4	5	5	5	5	5	4	4	5
B. Tata Bahasa										
8.	Kata/kalimat yang digunakan sesuai dengan tata bahasa yang baik, benar, dan lugas (sesuai kaidah EYD)	4	5	5	5	5	4	4	4	4
9.	Bahasa yang digunakan komunikatif	4	5	4	4	5	4	5	4	5
10.	Bahasa mudah dipahami	4	5	5	4	5	4	4	4	5
11.	Penggunaan kata tidak menimbulkan makna ganda	5	5	4	4	5	4	4	4	4
12.	Ketepatan penulisan bahasa asing	5	4	4	5	5	5	4	4	4
13.	Penulisan sesuai dengan aturan Binomial Nomenklatur	5	3	5	5	5	4	5	5	5
C. Tampilan										

14.	Layout dan tata letak teks	3	4	5	5	4	5	4	5	4
15.	Proporsi dan komposisi warna	5	4	4	4	5	4	4	4	4
16.	Penyajian gambar, foto dan grafis	4	3	4	4	5	4	4	4	4
17.	Pemilihan ukuran dan jenis huruf	4	4	4	4	5	4	4	5	4
18.	Kualitas hasil pencetakan dan penjilidan	4	5	4	4	4	4	4	4	4
19.	Daya tarik Ensiklopedia Moluska	4	4	4	4	5	4	4	5	4
Jumlah Total Skor (ΣR)		748								
Presentase Rata-Rata (NP)		87,5%								
Kriteria		Sangat Valid								

Keterangan:

M1: Mahasiswa 1

M6: Mahasiswa 6

M2: Mahasiswa 2

M7: Mahasiswa 7

M3: Mahasiswa 3

M8: Mahasiswa 8

M4: Mahasiswa 4

M9: Mahasiswa 9

M5: Mahasiswa 5

$$\text{Skor (R)} = \frac{M1+M2+M3+M4+M5+M6+M7+M8+M9}{9}$$

Jumlah skor (ΣR) = 83,1

Jumlah skor maksimal = 95

$$\text{Rumus: NP} = \frac{\Sigma R}{M} \times 100\% = \frac{83,1}{95} \times 100 = 87,5\%$$

Berdasarkan data tabel diatas, maka dapat dilihat bahwa nilai presentase dari peer reviewer mencapai 87,5%. Dalam pedoman konversi skor, nilai 87,5% artinya menduduki kriteria sangat valid dan layak digunakan tanpa revisi.