

STRUKTUR KOMUNITAS BULU BABI (*Echinoidea*) DI ZONA INTERTIDAL PERAIRAN MANOKWARI
STRUCTURE OF THE COMMUNITY OF SEA URCHIN (*Echinoidea*) IN THE INTERIDAL ZONE OF MANOKWARI WATERS

Jenly Haurissa¹, Lutfi Lutfi², Abdul Hamid A. Toha^{2*}

¹) Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Papua, 98314

²) Jurusan Perikanan, Universitas Papua, 98314

*Corresponden author email: h.toha@unipa.ac.id

Submitted: 20 June 2021 / Revised: 12 July 2021 / Accepted: 22 July 2021

<http://doi.org/10.21107/jk.v14i2.10834>

ABSTRACT

Sea urchins (*Echinoidea*) are spread from shallow intertidal areas to the deep sea. This study aims to determine species diversity and abundance of sea urchins in the intertidal zone of Manokwari Waters. The study took place in three locations in the intertidal zone of Manokwari waters. The method used was purposive sampling with a line transect sampling technique measuring 1x1 meter in size. We found 10 species namely *H. mammilatus*, *E. mathaei*, *E. oblonga*, *E. viridis*, *E. lucunter*, *D. setosum*, *E. calamaris*, *D. savignyi*, *Echinotrix* sp., and *E. diadema*. Sea urchin (H') index value ranges from $H' = 0.2173-0.448430$; Index (E) ranges between $0.3108-0.7477$ and the Index Value (C) ranges between $0.3769-0.7911$ in each of the intertidal zones. L1 ($Di = 0.5 \text{ ind} / 6\text{m}^2 - 21.8 \text{ ind} / 6\text{m}^2$); $KR = (2.0270\% - 88.5135\%)$; L2 ($Di = 0.5 \text{ ind} / 6\text{m}^2 - 9.5 \text{ ind} / 6\text{m}^2$; $KR = 0.8474\% - 48.3050\%$) and L3 ($Di = 0.8 \text{ ind} / 6\text{m}^2 - 7.1 \text{ ind} / 6\text{m}^2$; $KR = 7.6923\% - 66.1538\%$).

Keywords: Abundance, Intertidal, Manokwari, Sea Urchin, Species Diversity,

ABSTRAK

Bulu babi (*Echinoidea*) tersebar di daerah pasang surut yang dangkal hingga laut dalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis dan kelimpahan bulu babi di zona intertidal. Penelitian dilakukan pada tiga lokasi di Perairan Manokwari. Metode yang digunakan adalah purposive sampling dengan teknik line transect sampling berukuran 1 x 1 meter. Kami menemukan 10 spesies yaitu *H. mammilatus*, *E. mathaei*, *E. oblonga*, *E. viridis*, *E. lucunter*, *D. setosum*, *E. calamaris*, *D. savignyi*, *Echinotrix* sp., dan *E. diadema*. Nilai indeks bulu babi (H') berkisar dari $H' = 0,2173-0,448430$; Indeks (E) berkisar antara $0,3108-0,7477$ dan Nilai Indeks (C) berkisar antara $0,3769-0,7911$. Kelimpahan mutlak dan relatif pada setiap lokasi adalah: L1 ($Di = 0,5 \text{ ind}/6\text{m}^2 - 21,8 \text{ ind}/6\text{m}^2$); $KR = (2,0270\% - 88,5135\%)$; L2 ($Di = 0,5 \text{ ind}/6\text{m}^2 - 9,5 \text{ ind}/6\text{m}^2$; $KR = 0,8474\% - 48.3050\%$) dan L3 ($Di = 0,8 \text{ ind}/6\text{m}^2 - 7,1 \text{ ind}/6\text{m}^2$; $KR = 7.6923\% - 66,1538\%$).

Kata Kunci: Bulu Babi, Intertidal, Keanekaragaman Jenis, Kelimpahan, Manokwari

PENDAHULUAN

Kawasan intertidal merupakan daerah dengan sebaran organisme yang beragam, mulai dari komunitas organisme vertebrata maupun invertebrata seperti ikan, bivalvia, krustasea dan moluska. Menurut Katili (2011) luas zona intertidal sangat terbatas, memiliki faktor lingkungan sangat bervariasi, dan memiliki tingkat keanekaragaman organisme yang tinggi. Zona pasang surut ini memiliki keragaman dan kelimpahan organisme yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan

habitat-habitat laut lainnya (Yulianda *et al.*, 2013). Salah satu komunitas organisme yang mendiami zona intertidal adalah kelompok organisme bulu babi yang termasuk dalam kelas *Echinoidea*.

Bulu babi tergolong fauna invertebrata penting dan kaya manfaat (Toha 2006, Elmasry *et al.*, 2013, Toha *et al.*, 2014, Toha *et al.*, 2017, Mulis *et al.*, 2020) dan termasuk anggota dari filum *Echinodermata* yang dapat ditemukan hampir di seluruh perairan pantai, mulai dari daerah pasang surut sampai pada perairan

dalam (Toha *et al.*, 2013, Toha *et al.*, 2017). Struktur komunitas menunjukkan jenis dan jumlah bulu babi yang ada di lingkungan perairan dan cara bulu babi berhubungan satu sama lain dengan lingkungan. Struktur ini merupakan konsep yang mempelajari susunan atau komposisi spesies dan kelimpahannya dalam suatu komunitas. Keragaman spesies dan habitat bulu babi (Echinodermata: Echinoidea) memiliki peran penting sebagai spesies kunci (*keystone species*) pada ekosistem laut (Elmasry *et al.*, 2013), dalam sistem pantai berbatu (Gayashan dan Jayakody, 2012), dan komunitas terumbu karang (Samuel *et al.*, 2017).

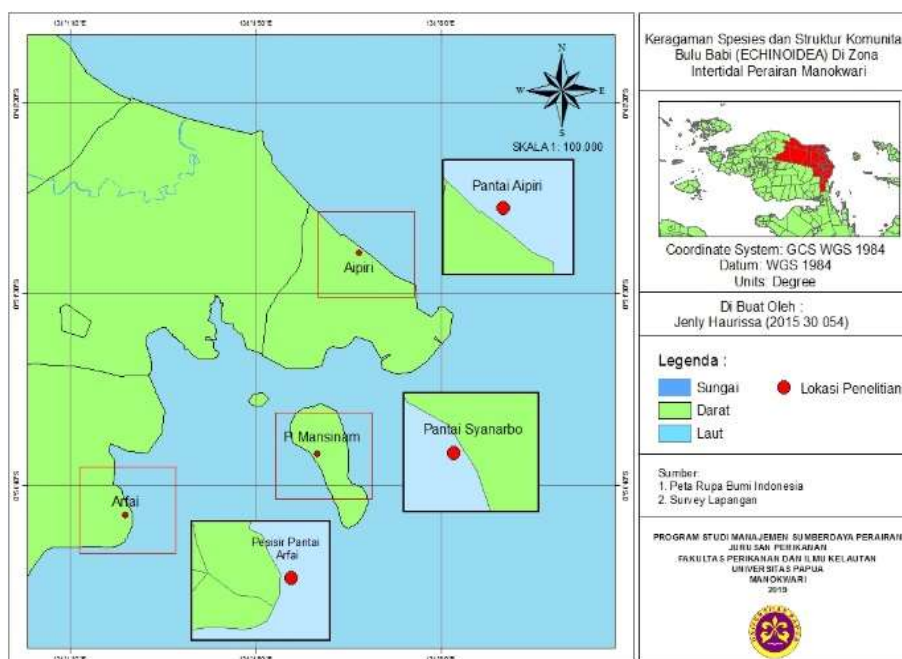
Penelitian beberapa aspek bulu babi pernah dilakukan di Perairan Manokwari termasuk keragaman spesies (Toha dan Fadli 2008), penentuan jenis kelamin (Toha *et al.*, 2012a), kondisi perairan (Toha *et al.*, 2012b), dan keragaman warna (Toha *et al.*, 2015). Sementara penelitian struktur komunitas bulu

babi belum dilakukan di Perairan Manokwari. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan struktur komunitas bulu babi di zona intertidal Perairan Manokwari. Penelitian juga bertujuan menentukan kualitas perairan habitat bulu babi. Penelitian penting sebagai salah satu sumber informasi dalam mengembangkan potensi dan pengelolaan sumber daya bulu babi.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama tiga bulan dari Maret sampai Mei 2019. Pengambilan sampel dan pengukuran habitat bulu babi dilakukan pada tiga lokasi Perairan Manokwari yaitu Pantai Aipiri (Lokasi I, S 00°50'43,9" dan E 134° 06' 32,6"), Pantai Syornabo (Lokasi II, S 00° 54' 16,7" dan E 134° 05' 49,9") dan Pantai Arfai (Lokasi III, S 00° 61' 24,3" dan E 134° 04 56,8") (**Gambar 1**).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Ketiga lokasi mewakili perairan intertidal di wilayah Perairan Manokwari. Pantai Aipiri mewakili pantai pulau besar dan berbatasan langsung dengan Lautan Pasifik. Pantai Syornabo mewakili pantai pulau kecil yang ada di Pulau Mansinam. Pantai Arfai mewakili pantai pulau besar dan berada dalam teluk yang secara geografis berada di bagian selatan Manokwari.

Pengambilan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh bulu babi (*echinoidea*) yang terdapat di zona intertidal

Perairan Manokwari. Sedangkan sampel penelitian adalah seluruh bulu babi yang terdapat di dalam plot kuadran berukuran 1 x 1 meter. Total terdapat 54 plot kuadran untuk tiga lokasi penelitian atau 18 plot kuadran pada setiap lokasi. Ada 3 *line transect* pada setiap lokasi yang dibentangkan dari garis pantai ke arah tubir sepanjang 50 meter secara horizontal pada zona pasang surut (*intertidal*). Masing-masing *line transect* terdiri atas 6 contoh plot kuadran. Jarak antar plot kuadran 8,3 meter dan jarak antar *line transek* masing-masing 10 meter. Bulu babi yang terdapat di dalam contoh plot kuadran

dikeluarkan dari celah habitat (karang) menggunakan alat garpu taman dan kemudian diletakan di dalam baki wadah sementara (baki) kemudian diamati morfologi dan diukur kondisi habitatnya. Pengambilan contoh bulu babi dilakukan pada masing-masing transek plot kuadran.

Pengumpulan data

Jenis data dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan meninjau secara langsung lokasi penelitian serta mengambil data penelitian meliputi jenis bulu babi, jumlah individu setiap jenis dan total jumlah jenis bulu babi yang ditemukan setiap lokasi penelitian secara (*in situ*) dan data parameter fisik-kimia kualitas perairan (suhu, DO, salinitas, pH, jenis substrat). Pengamatan morfologi sampel dilakukan untuk identifikasi jenis bulu babi berdasarkan buku "*Tropical Pasific Invertebrate*" dari Colin dan Arneson (1995). Data sekunder sebagai data penunjang menggunakan data pasang surut tahun 2019, dan sumber lain yang diperoleh dari berbagai literatur, buku, dan informasi internet.

Analisis Data

Indeks yang diukur pada bulu babi temuan adalah indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (C), kelimpahan mutlak (Di) dan Kelimpahan Relatif (KR). Analisis indeks keanekaragaman menggunakan persamaan Shannon – Wiener (Krebs, 1989). Kriteria kisaran stabilitas indkes keanekaragaman mengikuti Shannon – Wiener (Krebs, 1989). Keseragaman jenis dapat dihitung menggunakan rumus Evennes (Odum, 1993) dan kriteria indeks keseragaman mengikuti Odum (1993). Nilai indeks dominansi dihitung menggunakan indeks dominansi (Odum 1993). Kelimpahan individu mutlak dihitung dengan menggunakan rumus dalam Odum (1993). Kelimpahan relatif individu bulu babi dihitung menggunakan rumus yang diadopsi dari Krebs (1989).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Fisik-Kimia Perairan

Parameter kualitas perairan sangat memengaruhi kondisi ekosistem terumbu karang dan lamun serta kelimpahan biota yang berasosiasi di perairan (Suryanti dan Ruswahyumi, 2014). Hasil pengukuran parameter fisik-kimia perairan intertidal lokasi penelitian disajikan pada **Tabel 1**.

Kisaran suhu pada ketiga lokasi penelitian masih berada pada kisaran normal yang

mendukung kehidupan organisme perairan. Suhu normal untuk kehidupan hewan bentik khususnya bulu babi adalah 25–33°C (Toha *et al.*, 2012, Silahooy *et al.*, 2013). Batas toleransi tertinggi yaitu 35°C. Jika suhu air di atas 35°C maka hewan invertebrata laut termasuk bulu babi akan mengalami stress (Ariyanto, 2016). Budiman *et al.*, (2014) menyatakan bahwa suhu 28–32°C termasuk kondisi baik bagi bulu babi. Selain itu pertumbuhan bulu babi sensitif terhadap suhu (Watts *et al.*, 2011).

Menurut Nomleni *et al.*, (2020) salinitas merupakan salah satu faktor fisik kualitas perairan yang dapat memengaruhi penyebaran biota laut. Salinitas secara tidak langsung dapat mengakibatkan perubahan komposisi organisme dalam suatu ekosistem (Odum, 1993). Bulu babi juga tidak toleran terhadap salinitas rendah dan tidak dapat bertahan hidup di muara karena pengaruh air tawar (Nomleni *et al.*, 2020). Menurut Hutabarat dan Evans (1985), kisaran salinitas yang masih mampu mendukung kehidupan organisme perairan, khususnya fauna makrobenthos termasuk bulu babi adalah 15‰–35‰. Secara umum, kisaran salinitas yang terdapat pada ketiga lokasi penelitian ini masih tergolong normal.

pH pada ketiga lokasi pengamatan memiliki kisaran nilai sama. Rata-rata pH pada ketiga lokasi masih termasuk normal dengan nilai pH optimum 6-8 (Aziz, 1996). Hasil ini serupa dengan penelitian Toha *et al.*, (2012) yang mengukur pH pada Pantai Rendani dan Saubeba di Perairan Manokwari, berkisar 7,5 dan 8. pH merupakan faktor pembatas bagi organisme yang hidup di suatu perairan. Perairan dengan pH yang tinggi atau rendah akan memengaruhi ketahanan hidup organisme yang hidup didalamnya termasuk bulu babi (Odum, 1993). Zakaria (2013), menyatakan bahwa pH 7,0-8,5 merupakan taraf toleransi hidup yang baik bagi bulu babi. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai kisaran pH yang diperoleh pada lokasi penelitian masih mampu mendukung kehidupan bulu babi.

Kondisi DO (oksigen terlarut) pada ketiga lokasi memiliki kisaran nilai yang sedikit berbeda. Lokasi 1 menunjukkan nilai DO berkisar antara 5,20-6,65 mg/l dan pada lokasi 2 memiliki kisaran nilai DO sebesar 5,70-6,23 mg/l sedangkan pada lokasi 3 memiliki kisaran nilai DO sebesar 6,20-8,74 mg/l. Toha *et al.*, (2012) yang mengukur oksigen terlarut Pantai Rendani dan Saubeba di Perairan Manokwari menemukan berturut-turut DO 6,7 dan 6,8.

Odum (1993) menyatakan bahwa kadar oksigen dalam air laut akan bertambah dengan semakin rendahnya suhu dan berkurang dengan semakin tingginya salinitas. Secara keseluruhan kisaran DO seluruh lokasi penelitian masih berada dalam kisaran yang

cukup baik. Nilai DO pada tiga lokasi penelitian masih mendukung kehidupan bulu babi karena tergolong normal berdasarkan nilai baku mutu oksigen terlarut air untuk kehidupan organisme air laut adalah > 5 mg/L (Kep.MenLH, 2004).

Tabel 1. Parameter kualitas air

Variabel	Transek			Kisaran	Nilai Optimum	Pustaka	Kep. MenLH No. 51 Tahun 2004
	1	2	3				
Lokasi I- Pantai Aipiri							
Suhu (°C)	29,6–30,5	29,50–29,80	29,6–29,8	29,6–29,80	28 – 34	Supriharyono(2000)	28-30
DO (mg/l)	5,30–5,00	6,60–6,65	5,20–5,26	5,20–6,65	3–5,4	Hutabarat & Evans, (1985)	>5
pH	6–7	6–8	6–7	6–8	6–8,4	Aziz (1996)	7-8.5
Salinitas (‰)	30–32	33–34	32–34	30–34	30–34	Azis (1987)	33-34
Substrat	Karang	Karang	Karang	-	-	Berkarang, Pasir (Aziz, 1987)	-
Lokasi II – Pantai Syornabo – Pulau Mansinam							
Suhu (°C)	30,30–30,55	30,20–30,42	30,52–31,50	30,20–31,50	28–34	Supriharyono (2000)	28-30
DO (mg/l)	5,70–5,73	5,80–5,83	6,20–6,23	5,70–6,23	3–5,4	Hutabarat & Evans (1985)	>5
pH	6–7	6–7	6–7	6–7	6–8,4	Aziz (1996)	7-8,5
Salinitas (‰)	32-34	33-34	33-34	32-34	30-34	Azis(1987)	33-34
Substrat	Karang	Karang berpasir	Karang berpasir	-	-	Terumbu karang (Stohr <i>et al.</i> , 2012)	-
Lokasi III - Pesisir Pantai Arfai							
Suhu (°C)	32,00–33,50	31,50–32,00	31,32–33,30	31,50–33,30	28–34	Supriharyono (2000)	28-30
DO (mg/l)	8,70–8,74	7,50–7,52	6,20–6,22	6,20–8,74	3–5,4	Hutabarat & Evans (1985)	>5
pH	6–7	6–7	6–7	6–8	6–8,4	Aziz 1996)	7-8,5
Salinitas (‰)	33–34	32–33	33–34	32–34	30–34	Azis (1987)	33-34
Substrat	karang berpasir	Karang Berpasir	Pecahan Karang mati dan pasir	-	-	Karang dan pecahan karang (Stohr <i>et al.</i> , 2012)	-

Jumlah dan Jenis Bulu Babi

Jenis bulu babi yang ditemukan di Perairan Manokwari disajikan pada **Tabel 2**. Penelitian ini mengidentifikasi 10 jenis bulu babi termasuk dalam 4 Genus (*Diadema*, *Echinotrix*, *Echinometra*, dan *Heterocentrotus*), 2 Famili (*Diadematidae* dan *Echinometridae*) dan 2 Ordo (*Diadematoidea* dan *Echinoida*). Hasil ini serupa dengan temuan Toha dan Fadli (2008) yang mengidentifikasi keragaman spesies bulu babi di Perairan Manokwari.

Komposisi jenis bulu babi pada ketiga lokasi berbeda. Hal ini terutama disebabkan oleh perbedaan habitat (Toha *et al.*, 2013). Menurut

Carnell dan Keough (2020) keberadaan bulu babi dipengaruhi oleh frekuensi gangguan perekutan dan dinamika komunitas bulu babi di suatu habitat. Bulu babi genera *Echinometra* adalah bulu babi regular yang memiliki duri pendek dan tebal, warna bervariasi (hitam, ungu atau hijau), biasa ditemukan di dalam lubang atau bagian bawah karang. Kelompok bulu babi ini dikenal sebagai pelubang karang (Toha *et al.*, 2013). Wulandewi (2015) mengemukakan bahwa bulu babi *E. mathaei* cenderung berasosiasi pada daerah pecahan terumbu karang dan pada kondisi substrat yang lebih kasar sehingga dapat beradaptasi dengan baik.

Tabel 2. Jenis bulu babi

Ordo/Famili	Genus	Spesies	Lokasi		
			I	II	III
<i>Diadematoidea/ Diadematoidea</i>	<i>Diadema</i>	<i>Diadema setosum</i> (Leske, 1778)	-	√	-
		<i>Diadema savignyi</i> (Audouin, 1829)	-	√	√
	<i>Echinotrix</i>	<i>Echinotrix calamaris</i> (Pallas, 1774)	-	√	-
		<i>Echinotrix diadema</i> (Pallas, 1774)	-	√	√
		<i>Echinotrix sp.</i> (Pallas, 1774)	-	√	-
	<i>Heterocentrotus</i>	<i>Heterocentrotus</i> <i>mammilatus</i> (Lamaerk, 1816)	√	-	√
		<i>Echinometra</i>	<i>Echinometra mathaei</i> (Blainville, 1825)	√	-
	<i>Echinometra viridis</i> (Linnaeus, 1758)		√	-	-
	<i>Echinometra oblonga</i> (Blainville, 1825)		√	-	-
	<i>Echinometra lucunter</i> Linnaeus, 1758)		√	-	-

Menurut Aslan (2010), *E. calamaris* banyak ditemukan di perairan berkarang dan bebatuan, jarang ditemukan pada padang lamun. Nane et al., (2020) juga menemukan spesies ini menetap di ekosistem terumbu karang meski dalam kelompok kecil. Menurut Wulandemi (2015), *E. calamaris* adalah salah satu jenis bulu babi yang habitatnya kurang

mampu bersaing dengan jenis lainnya dalam memperoleh makanan yaitu lamun. Toha et al., (2013) menyatakan bahwa *E. calamaris* umumnya berlindung di lubang karang. Bulu babi *E. calamaris* memiliki duri panjang ramping seperti genus *Diadema* dan warna tubuh yang berstrip-strip merah kecoklatan (Toha et al., 2013).

Tabel 3. Jumlah individu per jenis bulu babi (*Echinoidea*)

No.	Spesies Bulu Babi	Jumlah Individu Bulu Babi (ni)		
		Lokasi I Pantai Aipiri	Lokasi II Pesisir Pantai Syornabo	Lokasi III Pesisir Pantai Arfai
1	<i>H. mammilatus</i>	7	0	0
2	<i>E. mathaei</i>	134	0	17
3	<i>E. oblonga</i>	4	0	0
4	<i>E. viridis</i>	3	0	0
5	<i>E. lucunter</i>	3	0	0
6	<i>D. setosum</i>	0	42	0
7	<i>E. calamaris</i>	0	57	43
8	<i>D. savignyi</i>	0	15	0
9	<i>Echinotrix sp.</i>	0	1	5
10	<i>E. diadema</i>	0	3	0
Jumlah Jenis tiap lokasi		5	5	3
Jumlah Individu Jenis (lokasi ke-i)		151	118	65
Σ (Jumlah Individu Seluruh Jenis)			334	
Jumlah Total Spesies			10	

Bulu babi genus *Diadema* merupakan kelompok bulu babi herbivora yang dapat dijumpai di daerah pertumbuhan algae (ekosistem terumbu karang)(Toha et al., 2013). Hal ini disebabkan karena di samping memakan daun lamun, bulu babi jenis ini

memakan algae. Aziz (1996), menyatakan bahwa pada zona pertumbuhan algae, bulu babi bisa hidup mengelompok atau menyendiri. beberapa jenis bulu babi lainnya cenderung hidup menyendiri di zona ini seperti bulu babi *E. calamaris* dan *E. diadema*.

D. savignyi secara jelas berbentuk lingkaran tidak pentagonal saat dilihat secara aboral, cangkang (pada *Echinoidea* yang masih hidup) secara jelas berwarna hitam dengan pola *iridophores* yang tebal menurun pada garis tengah dari interambulakral. Ciri utama *D. savignyi* adalah cincin biru di sekitar anus (Toha *et al.*, 2013). Suryanti dan A'in (2013) menjelaskan bahwa bulu babi banyak ditemukan pada ekosistem terumbu karang terutama jenis *Diadema setosum*, karena kelimpahan populasi spesies tersebut penting bagi terumbu karang sebagai penyeimbang.

Jumlah individu bulu babi tidak merata pada ketiga lokasi. Jumlah bulu babi terbanyak ditemukan pada lokasi I sebanyak 151 individu, disusul lokasi II sebanyak 118 individu dan lokasi III sebanyak 65 individu. Banyaknya jumlah bulu babi di Lokasi I dan II kemungkinan disebabkan oleh ketersediaan makanan dan habitat yang sesuai. Sementara jumlah bulu babi di lokasi III yang rendah, kemungkinan besar dipengaruhi oleh predator. Beberapa jenis predator bulu babi adalah kepiting, keong laut (*Cassia tuberosa*, *C. flammea*), bintang laut (*Protoreaster linki*), anemon laut (*Anthopleura exanthogrammica*), beberapa burung, dan ikan termasuk Balistidae, Haemulidae, Labridae, Sparidae, lobster dan lain-lain (Toha *et al.*, 2013). Manusia juga termasuk predator bulu babi.

Bulu babi dimanfaatkan oleh manusia dengan mengambil gonadnya sebagai sumber pangan alternative selain ikan (Toha dan Zain, 2003).

Secara keseluruhan jumlah individu yang ditemukan pada lokasi penelitian adalah 334 individu. Perbedaan jumlah bulu babi setiap lokasi terutama berhubungan dengan kondisi perairan, ketersediaan makanan (Toha *et al.*, 2013). Kehadiran bulu babi (*Echinoidea*) cukup banyak di zona berkarang dan ekosistem lamun (Yusron dan Edward 2019). Bulu babi yang hidup di zona rata pasir, daerah pertumbuhan algae, dan rataan karang biasanya hidup secara mengelompok dalam kelompok besar sedangkan di daerah tubir karang hidup dalam kelompok kecil atau hidup menyendiri dalam lubang karang mati dan pecahan karang (Purwandatama *et al.*, 2014). Menurut Toha *et al.*, (2013) keragaman dan kelimpahan bulu babi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti lingkungan (makanan, kedalaman), fisik habitat (substrat, gelombang, arus, kekeruhan). Keragaman dan kelimpahan bulu babi menggambarkan suatu adaptasi terhadap lingkungan lokal lewat tekanan seleksi.

Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman (H') bulu babi pada tiap lokasi penelitian disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Nilai dan Kriteria Indeks Keanekaragaman Bulu babi

Lokasi	Indeks Keanekaragaman	
	Nilai	Kriteria
I, Pantai Aipiri	0,2173	Rendah
II, Pantai Syornabo	0,4843	Rendah
III, Pantai Arfai	0,3567	Rendah

Hasil analisis diketahui bahwa indeks keanekaragaman tertinggi terdapat pada lokasi II dengan nilai ($H'=0,4843$); Lokasi III ($H'=0,3567$) dan lokasi I memiliki nilai keanekaragaman terendah dengan nilai ($H'=0,2173$). Berdasarkan nilai keanekaragaman di tiga lokasi tersebut menunjukkan indeks keanekaragaman di lokasi I, II dan III tergolong rendah (kecil) dan produktivitas organisme sangat rendah.

Keberadaan bulu babi di suatu kawasan dipengaruhi oleh faktor lingkungan, baik biotik dan faktor abiotik yang saling terkait. Selain itu interaksi antara berbagai spesies yang membentuk sistem perairan intertidal memengaruhi keanekaragaman spesies (Pakpahan *et al.*, 2020). Panjang zona intertidal suatu perairan juga memengaruhi nilai indeks keanekaragaman pada struktur Echinodermata (Suwartimah *et al.*, 2017). Menurut Artaz *et al.*, (2015) nilai indeks

keanekaragaman yang rendah disebabkan oleh jenis bulu babi yang ditemukan hanya sedikit serta jumlah individunya tidak merata. Jumlah individu yang tidak merata pada masing-masing spesies berhubungan dengan pola adaptasi masing-masing spesies itu sendiri, seperti tersedianya berbagai tipe substrat, makanan dan kondisi lingkungan.

Nilai indeks keanekaragaman bulu babi pada tiga lokasi berbeda diduga disebabkan oleh perbedaan letak masing-masing lokasi. Pantai Aipiri berbatasan dan berhadapan langsung dengan Lautan Pasifik, memiliki intensitas gelombang tinggi memengaruhi rendahnya nilai indeks keanekaragaman bulu babi di lokasi ini. Pantai Syornabo relatif terlindung di Pulau Mansinam memiliki nilai indeks keanekaragaman bulu babi lebih tinggi daripada dua lokasi lain. Sedangkan Pantai Arfai berada dalam teluk yang secara geografis posisinya kadang terlindung dan

kadang mendapat hampasan ombak tinggi sehingga memiliki nilai indeks keanekaragaman diantara kedua lokasi lain.

Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman (E) bulu babi di lokasi penelitian disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Nilai dan Kriteria Indeks Keseragaman Bulu babi

Lokasi	Nilai	Kriteria
I, Pantai Aipiri	0,3108	(E) populasi rendah
II, Pantai Syornabo	0,6929	(E) populasi sedang
III, Pantai Arfai	0,7477	(E) populasi tinggi

Keseragaman hewan dalam suatu perairan dapat diketahui dari indeks keseragamannya. Indeks Keseragaman (E) tertinggi terdapat pada lokasi tiga dengan nilai sebesar (E=0,7477) nilai ini termasuk dalam katagori tingkat keseragaman populasi besar diikuti lokasi II (Pantai Syornabo) dengan nilai sebesar (E=0,6929) kategori tingkat keseragaman sedang dan nilai keseragaman terendah terdapat pada Pantai Aipiri (lokasi I) yaitu sebesar (E=0,3108).

Pantai Arfai memiliki nilai E tertinggi yaitu 0,7477 dan diikuti Pantai Syornabo dengan nilai E= 0,6929. Hal ini ditunjukkan dengan adanya bulu babi *E. mathaei* dan *E. calamaris* yang dijumpai tersebar secara merata cukup banyak di kedua lokasi. Pada Pantai Aipiri terdapat bulu babi *E. calamaris*, *E. mathaei* dan *Echinotrix sp.* Namun dari segi jumlah individu tiap jenis yang ditemukan, jenis *E. calamaris* dan *E. mathaei* lebih dominan dijumpai pada lokasi tersebut. Begitu juga di Pantai Syornabo ditemukan lima jenis bulu babi dimana jumlah individu tiap jenis yang dijumpai tidak tersebar secara merata dan cenderung didominasi oleh jenis bulu babi *D. setosum*, *E. calamaris* *D. savignyi* yang jumlah individu tiap jenisnya idak sama namun cukup banyak ditemukan.

Menurut Mattewakkang (2013), semakin kecil nilai indeks keseragaman organisme maka penyebaran individu tiap jenis tidak sama, ada kecenderungan didominasi oleh jenis tertentu. Hasil penelitian ini mirip yang ditemukan oleh Apriani (2017), bahwa nilai indeks keseragaman seluruh spesies *Echinoidea* di perairan Pantai Kuta Lombok adalah 0,694 tergolong (kategori sedang) dan indeks keseragaman (E) sebesar 0,77 di Pantai Merta Seraga, Sanur Bali (Laning et al., 2014). Hasil dengan indeks keseragaman (E) tergolong tinggi ditemukan di Pantai Pok Tunggal, Yogyakarta antara 0,74-0,999 (Pakpahan et al., 2020).

Indeks Dominansi (C)

Indeks dominansi (C) bulu babi disajikan pada **Tabel 6**. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai indeks dominansi tertinggi terdapat di Pantai Aipiri dengan nilai C=0,7911; diikuti lokasi Pantai Arfai dengan nilai C=0,5120 atau dominansi sedang dan lokasi Pantai Syornabo dengan nilai terendah C=0,3769 menunjukkan dominansi rendah atau tidak ada jenis yang mendominasi di Pantai Syornabo. Tingginya nilai indeks dominansi di Aipiri, dikarenakan pada Pantai Aipiri didominasi oleh bulu babi jenis *E. mathaei* yang dinyatakan dengan temuan jumlah individu sebesar 134 Individu.

Tabel 6. Kisaran Nilai Indeks Dominansi Bulu babi

Lokasi	Indeks Dominansi
I, Pantai Aipiri	0,7911
II, Pantai Syornabo	0,3769
III, Pantai Arfai	0,512

Semakin besar nilai indeks dominansi maka semakin besar dominansi salah satu spesies di dalam populasi. Rendahnya nilai dominansi di lokasi II (Pantai Syornabo) dikarenakan penyebaran individu spesies merata. Sebaliknya tingginya nilai dominansi di Aipiri dikarenakan ada spesies yang mendominasi yaitu *E. mathaei*. Tingginya spesies di Pantai Aipiri dikarenakan faktor ekologis dan sumber makanan yang mendukung tingginya populasi dominansi *E. mathaei*.

Tinggi-rendahnya dominansi bulu babi di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya lingkungan dan populasi (Pakpahan et al., 2020). Dominansi bulu babi di Pantai Aipiri tinggi karena banyak bulu babi jenis *E. mathaei* yang ditemukan pada terumbu karang dan celah karang. Bulu babi *E. mathaei* pada saat penelitian cenderung berasosiasi di celah karang pada kondisi substrat yang lebih kasar. Aktivitas masyarakat di Pantai Aipiri lebih sedikit dibandingkan di pesisir Pantai Arfai.

Dibandingkan dengan hasil penelitian di Kawasan intertidal lainnya tampak bahwa jumlah dan jenis bulu babi Perairan Pantai Manokwari lebih banyak dibandingkan dengan Perairan Pantai Pok Tunggal, Yogyakarta (Pakpahan *et al.*, 2020). Tingginya nilai jumlah dan jenis di Perairan Manokwari dipengaruhi oleh titik lokasi penelitian yang berbeda dan pada daerah penelitian lain beberapa jenis

bulu babi diambil berlebihan untuk keperluan ekonomi.

Kelimpahan Jenis Bulu Babi

Kelimpahan jenis bulu babi penelitian ini disajikan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Kelimpahan Spesies Bulu Babi di lokasi penelitian

No.	Spesies	Σ (ni)	Pi (ni/N)	Kelimpahan (ind/6m ²)	Kelimpahan Relatif (KR = ni/N)*100 (%)
Lokasi I – Pantai Aipiri					
1	<i>H. mammilatus</i>	7	0,0473	1	4,7297
2	<i>E. mathaei</i>	134	0,8851	21,8	88,5135
3	<i>E. oblonga</i>	4	0,0270	0,6	2,7027
4	<i>E. viridis</i>	3	0,0203	0,5	2,0270
5	<i>E. lucunter</i>	3	0,0203	0,5	2,0270
	Total (N)	151			100
Lokasi II –Pantai Syornabo - Pulau Mansinam					
1	<i>D. setosum</i>	42	0,3559	7	35,5932
2	<i>E. calamaris</i>	57	0,4830	9,5	48,3050
3	<i>D. savignyi</i>	15	0,1271	2,5	12,7118
4	<i>Echinotrix sp.</i>	1	0,0084	0,1	0,8474
5	<i>E. diadema</i>	3	0,0254	0,5	2,5423
	Total (N)	118			100
Lokasi III –Pantai Arfai					
1	<i>E. calamaris</i>	43	0,6615	7,1666	66,1538
2	<i>Echinotrix sp.</i>	5	0,0769	0,8333	7,6923
3	<i>E. mathaei</i>	17	0,2615	2,8333	26,1538
	Total (N)	65			100

Pantai Aipiri memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada jenis *E. mathaei* sebesar Di =21,8 ind/m² dengan persentase kelimpahan relatif sebesar (KR=88,5135%). Kelimpahan terkecil pada jenis *E. lucunter* dan *Echinometra sp.* dengan Di=0,5 ind/m² dan nilai kelimpahan relatif (KR) 2,0270%. Tipe substrat di Pantai Aipiri didominasi oleh karang dan sedikit pasir. Tingginya kelimpahan *E. mathaei* di Pantai Aipiri diduga berkaitan dengan habitat yang sesuai untuk kehidupan spesies ini. Habitat pantai memiliki substrat karang dan rubble. Menurut Yulianda *et al.*, (2013) kelompok bulu babi tertentu lebih menyukai daerah yang terlindung dan tertutup oleh kerangka karang. Sementara komunitas karang tumbuh lebih baik di zona ke arah laut.

Sementara di Pantai Syornabo kelimpahan spesies tertinggi berasal dari *E. calamaris* Di = 9,5 ind/m² dengan persentase kerapatan relatif sebesar 48,3050%. *E. diadema* dan *Echinotrix sp.* memiliki kelimpahan mutlak terendah dengan nilai Di berturut-turut 0,5 ind/m² dan 0,1 ind/m² dengan presentase KR masing-masing 2,5423% dan 0,8474%). Pada lokasi ini, terdapat dua jenis bulu babi yang

mendominasi yaitu *E. calamaris* dan *D. setosum* dari famili *Diadematidae*. Sumber makanan kedua jenis bulu babi berupa lamun, alga ataupun karang (Suryanti dan Ruswahyuni 2014). *E. calamaris* mendiami habitat terumbu karang dan berpasir. *E. calamaris* dan *D. setosum* umumnya bersembunyi di celah-celah karang dan batu. Thamrin *et al.*, (2011) menyatakan bahwa jenis bulu babi yang banyak ditemukan di wilayah ekosistem terumbu karang adalah spesies *D. setosum* dan *E. calamaris*. Pada umumnya bulu babi *D. setosum* dapat ditemukan diseluruh perairan pantai, mulai dari daerah pasang surut sampai perairan dalam. Bulu babi *D. setosum* lebih menyukai perairan yang jernih dan airnya relatif tenang (Thamrin *et al.*, 2011).

Menurut Budiman *et al.*, (2014) perbedaan kelimpahan bulu babi terlihat dari jumlah individu suatu jenis yang didapat ataupun adanya jenis tertentu yang ditemukan dalam jumlah yang melimpah. Selain itu faktor lingkungan perairan memegang peranan penting terhadap kelimpahan bulu babi di zona Intertidal di Pantai Syornabo-Pulau Mansinam.

Sementara itu pada Pantai Arfai, *E. calamaris* memiliki nilai kelimpahan jenis tertinggi ($Di = 7.1666 \text{ ind}/6\text{m}^2$) dengan presentase KR = 66,1538%. Kelimpahan jenis terendah pada *Echinotrix* sp. ($Di = 0,83 \text{ ind}/6\text{m}^2$) dengan presentase nilai KR 7.6923%. Tingginya kelimpahan spesies *E. calamaris* di pantai Arfai disebabkan oleh faktor lingkungan, habitat dan ketersediaan sumber makanan yang cukup mendukung kehidupan spesies tersebut. Hasil penelitian Wulandewi et al., (2015), menunjukkan bahwa *E. calamaris* adalah salah satu jenis bulu babi yang mampu bersaing dalam memperoleh makanan. Kehadiran populasi spesies *E. calamaris* dan *D. setosum* sangat penting untuk menjaga kesetimbangan populasi alga dan karang (Wulandewi et al., 2015).

Kelimpahan bulu babi pada tiga lokasi pengamatan memiliki nilai bervariasi. Kelimpahan tertinggi pada spesies *E. mathaei* dengan nilai kelimpahan $21,8 \text{ ind}/\text{m}^2$ disusul spesies *E. calamaris* dengan nilai kelimpahan $9,5 \text{ ind}/\text{m}^2$. Kelimpahan terendah pada spesies *Echinotrix* sp. dengan nilai $0,1 \text{ ind}/\text{m}^2$. Hasil analisis kelimpahan menunjukkan perbedaan pada lokasi ketiga, dimana jumlah individu *E. mathaei* di Pantai Syornabo lebih sedikit dibandingkan dengan Pantai Aipiri. Hal ini disebabkan karena di Pantai Arfai banyak ditemukan pecahan karang mati dan sedimen pasir. Hal ini berbeda dengan karakteristik zona intertidal pada Pantai Aipiri dijumpai karang dengan struktur keras dan sedikit pasir. *E. mathaei* ditemukan bersembunyi ditempat yang spesifik seperti celah batu ataupun karang masif (Toha et al., 2013, Suryanti dan Ruswahyuni, 2014).

Hasil ini berbeda dengan penelitian di Pantai Pok Tunggal, Yogyakarta, yang mana kelimpahan tertinggi bulu babi dari jenis *E. oblonga* sebesar $29,8\text{-}38,4 \text{ ind}/\text{m}^2$ dan kelimpahan terendah pada *E. mathaei* dan *E. diadema* sebesar $8,2\text{-}9,8 \text{ ind}/\text{m}^2$ (Pakpahan et al., 2020).

KESIMPULAN DAN SARAN

Parameter perairan secara umum masih berada dalam batas normal yang bisa ditoleransi oleh kehidupan bulu babi. Bulu babi di Perairan Manokwari (Pantai Aipiri, Pesisir Pulau Mansinan dan Pantai Arfai) terdiri atas 10 jenis yaitu *H. mammilatus*, *E. mathaei*, *E. oblonga*, *E. viridis*, *E. lucunter*, *D. setosum*, *E. calamaris*, *D. savignyi*, *Echinotrix* sp., *E. diadema*. Indeks keanekaragaman bulu babi setiap lokasi memiliki nilai yang berbeda. Pantai Aipiri memiliki $H' = 0,2173$, Pantai

Syornabo $H' = 0,4843$ dan Pantai Arfai $H' = 0,3567$. Indeks keseragaman bulu babi di Perairan Manokwari memiliki nilai berbeda. Keseragaman populasi bulu babi di Pantai Aipiri rendah ($E = 0,3108$), sedangkan di Pantai Arfai termasuk tinggi ($E = 0,7477$). Pantai Aipiri memiliki nilai dominansi tertinggi ($D = 0,7911$), Pantai Syornabo memiliki nilai dominansi terendah ($D = 0,3769$) yang mengindikasikan tidak ada jenis bulu babi dominan pada lokasi tersebut. Nilai kelimpahan mutlak tertinggi di Pantai Aipiri ($Di = 21,8 \text{ ind}/6\text{m}^2$) dan presentasi nilai (KR = 88,5135%) pada spesies *E. mathaei* sedangkan untuk nilai kelimpahan terendah di Pantai Syornabo ($Di = 0,1 \text{ ind}/6\text{m}^2$) dengan presentasi (KR = 0,8474%) pada spesies *Echinotrix* sp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Papua yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, U., Marus, Zulfikar, L. (2017). *Keanekaragaman Spesies Echinoidea (sea urchin) di Perairan Pantai Kuta Lombok*. Universitas Mataram.
- Ariyanto, T. S. (2016). Keanekaragaman dan Kelimpahan Echinodermata di Pulau Barrang Lompo Kecamatan Ujung Tanah Kota Makassar. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Tidak diterbitkan
- Arthaz, P. C., Suryanti, Ruswahyuni. (2015). Hubungan Kelimpahan Bulu Babi (Sea Urchin) Dengan Bahan Organik Substrat Dasar Perairan Di Pantai Krakal, Yogyakarta. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 4(3), 148-155
- Aslan, L. (2010). *Bulu Babi (Manfaat dan Pembudidayaanya) Edisi Revisi*. Unhalu Press: Kendari.
- Aziz, A. (1987). Makanan dan cara makan berbagai jenis bulu babi. *Journal of Oseana*, 29(4), 91-100.
- Aziz, A. (1996). Habitat dan Zonasi Fauna Echinodermata di Ekosistem Terumbu Karang. *Jurnal Oseana*, 21(2), 33-43.
- Budiman, C. C., Pienc, V. M., Marnix, L. D. L., dan Deidy Y. K. (2014). Keanekaragaman Echinodermata di Pantai Basaan Satu Kecamatan Ratototok Sulawesi Utara. *Jurnal FMIPA Unsrat*, 3(2), 97-101.
- Carnell, P. E., & Keough, M. J. (2020). More severe disturbance regimes drive the shift

- of a kelp forest to a sea urchin barren in south-eastern Australia. *Scientific reports*, 10(1), 1-11.
- Colin, P. L., Arneson, C. (1995). *Tropical Pacific Invertebrates. A field guide to the marine invertebrates occurring on Tropical Pacific coral reefs, seagrass beds and mangroves*. Coral Reef Press. Beverly Hill, California. 305pp.
- Elmasry, E., Omar, H. A., Razek, F. A., & El-Magd, M. A. (2013). Preliminary studies on habitat and diversity of some sea urchin species (Echinodermata: Echinoidea) on the southern Levantine basin of Egypt. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 39(4), 303-311.
- Gayashan, M. A., & Jayakody, S. (2012). Diversity and density of sea urchins populations in rocky shores off Nilwella in Southern province of Sri Lanka. *Sri Lanka Journal of Aquatic Science*, 17, 35-46.
- Hutabarat, S. dan Evans S. M. (1985). *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Katili, A. S. (2011). Struktur komunitas Echinodermata pada zona intertidal di Gorontalo. *Jurnal penelitian dan Pendidikan*, 8(1), 51-61.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun. (2004). *Tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota laut*. http://www.ppkkp3k.kkp.go.id/ver2/media/download/RE.keputusan-menteri-negaralingkungan-hidup-nomor-51-tahun-2004_201410008143942.pdf.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecology The Experiment Analysis of Distribution and Abundance*. Harper and Row Publisher. NewYork.
- Laning, T. H., Yusup, D. S., & Wiryatno, J. (2014). Sebaran Bulu Babi (Echinoidea) Di Kawasan Padang Lamun Pantai Merta Segara, Sanur-Bali. *Jurnal Biologi Udayana*, 18(2), 41 – 45.
- Mulis, M., Lamadi, A., & Nane, L. (2020). Pelatihan Pembuatan Bakso Telur Landak Laut (Sea Urchin) sebagai Upaya Peningkatan Ekonomi dan Gizi Masyarakat Pesisir di Desa Kotajin, Gorontalo Utara. *Jurnal Abdidas*, 1(4), 215-221.
- Nane, L., Baruadi, A. S. R., & Mardin, H. (2020). The density of the blue-black urchin Echinotrix diadema (Linnaeus, 1758) in Tomini Bay, Indonesia. *Tomini Journal of Aquatic Science*, 1(1), 16-21.
- Nomleni, A., Widodo, M. S., Kilawati, Y., & Valen, F. S. (2020). Contemporary records of sea urchin Tripneustes gratilla (Echinodermata: Echinoidea) in Timor Island, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 13(4), 1899-1905.
- Mattewakkang. (2013). Inventarisasi Makrozoobentos pada berbagai Jenis Lamun di Pulau Binebatang. *Skripsi*. Ilmu kelautan. Universitas Hasanudin. Makasar. Tidak diterbitkan.
- Odum., E. P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi. Diterjemakan Oleh Samingan*. Edisi Ketiga. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pakpahan, H. L., Irwani, I., & Widowati, I. (2020). Komposisi dan Kelimpahan Ophiuroidea dan Echinoidea di Perairan Pantai Pok Tunggal, Gunung Kidul, Yogyakarta. *Journal of Marine Research*, 9(2), 109-118.
- Purwandatama, R. W., & Ain, C. (2013). Kelimpahan bulu babi (sea urchin) pada karang massive dan branching di daerah rata-rata dan tubir di Legon Boyo, Pulau Karimunjawa, Taman Nasional Karimunjawa. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(1), 17-26.
- Samuel, P. D., Raka, D. G., & Yanuwiyadi, B. (2017). Species and abundance of sea urchins (Diadematidae) on different environmental pressure conditions. *Journal of Tropical Life Science*, 7(2), 146-150.
- Silahooy, V. B., & Toha, H. (2013). Spatial Distribution and Genetic diversity of Tripneustes gratilla in Ambon Island. *Journal of Tropical Life Science*, 3(3), 177-181.
- Stöhr, S., O'Hara, T. D., & Thuy, B. (2012). Global diversity of brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea). *Plos one*, 7(3), e31940.
- Supriharyono. (2000). *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suryanti, S., & Ruswahyuni, R. (2014). The Difference in Abundance of Echinoideas on Coral Ecosystem and Seagrass Beds in Pancuran Belakang, Karimunjawa, Jepara. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 10(1), 62-67.
- Suryanti dan C. A'in. (2013). Perbedaan Kelimpahan Bulu Babi (Sea Urchin) pada Substrat yang Berbeda di Legon Boyo Karimunjawa Jepara. *Prosiding*.
- Suwartimah, K., Wati, D. S., Endrawati, H., & Hartati, R. (2017). Komposisi Echinodermata Di Rataan Litoral Terumbu Karang Pantai Krakal, Gunung

- Kidul, Yogyakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1), 53-60.
- Thamrin, T., Setiawan, Y. J., & Siregar, S. H. (2011). Analisis Kepadatan Bulu Babi *Diadema Setosum* Pada Kondisi Terumbu Karang Berbeda Di Desa Mapur Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 5(01), 45-53.
- Toha, A. H. A. (2006). Manfaat bulu babi (*Echinoidea*), dari sumber pangan sampai organisme hias. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 13(1), 77-82.
- Toha, A. H. A., Binur R., Suhaemi, Lutfi, Hakim L., Widodo N., Sumitro S. B. (2014). Genetic aspects of the commercially used sea urchin *Tripneustes gratilla*. *J Biol Res*, 20 (2), 12-17.
- Toha, A. H. A., Fadli Z. (2008). Keragaman spesies bulu babi (*Echinoidea*) di Perairan Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. *Berkala Ilmiah Penelitian Perikanan dan Kelautan*, 4(1), 13-30.
- Toha, A. H. A., Sutiman, S. B., Hakim, L. (2013). *Keanekaragaman dan konservasi bulu babi*. Penerbit Galaxy Science. Pp. 231. ISBN: 978-602-7611-08-5.
- Toha, A. H. A., Agus, P., Sutiman, B. S., Luchman, H. dan Widodo. (2012a). Penentuan jenis Kelamin Bulu Babi (*Tripneustes gratilla*) secara Morfologi. *Berkala Penelitian Hayati*, 17(2), 211-215.
- Toha, A. H. A., Sutiman, B. S., Luchman, H., Widodo. (2012b). Kondisi habitat bulu babi *Tripneustes gratilla* (Linnaeus, 1758) di Teluk Cenderawasih. *Berkala Penelitian Hayati*, 17(2), 139-145.
- Toha, A. H. A., Sumitro, S. B., Hakim, L., Widodo, N., Binur, R., Suahemi, Anggoro, A. W. (2017). Biology of the commercially used sea urchin *Tripneustes gratilla* (Linnaeus, 1758) (*Echinoidea*: Echinodermata). *Ocean Life*, 1(1), 1-10.
- Toha, A. H. A., Sutiman, S. B., Widodo, Hakim, L. (2015). Color diversity and distribution of sea urchin *Tripneustes gratilla* in Cenderawasih Bay ecoregion of Papua, Indonesia. *Egyptian journal of Aquatic Research*, 41(3), 273-278.
- Toha, A. H. A., Zain S. (2003). Prospek pemanfaatan gonad bulu babi sebagai bahan pangan alternatif selain ikan. *Prosiding Lokakarya Nasional Pendayagunaan Pangan Spesifik Lokal Papua, Jayapura*, 2-4 December 2003.
- Watts, S. A., Hoffer, S. C., Desmond R. A., Lawrence A. L., Lawrence J. M. (2011). The effect of temperature on feeding and growth characteristics of the sea urchin *Lytechinus variegatus* fed a formulated feed. *Aquaculture*, 397, 188–195.
- Wulandewi, I. L. K. (2015). Jenis dan Densitas Bulu Babi (*Echinoidea*) Di Kawasan Pantai Sanur dan Serangan Denpasar-Bali. *Jurnal Simbiosis*, 3(1), 269-280.
- Yulianda, F., Yusuf, M. S., Prayogo, W. (2013). Zonasi dan kepadatan komunitas intertidal di daerah pasang surut, pesisir Batu Hijau, Sumbawa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2), 409-416.
- Yusron, E. dan Edward. (2019). Diversitas ekinodermata (asteroidean, *Echinoidea* dan *Holothuroidea*) di Perairan Pulau Osi, Seram Barat-Maluku Tengah. *Jurnal ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(2), 437-446.
- Zakaria, J. I. (2013). Komunitas Bulu Babi (*Echinoidea*) di Pulau Cigkuak, Pulau Sukai, Dan Pulau Setan Sumatra Barat. *Jurusan Biologi Fmipa Universitas Andalas; Lampung*, 381-387.