

Keanekaragaman Spesies dan Zonasi Habitat Echinodermata di Perairan Pantai Semerang, Lombok Timur (Diversity of Species and Habitat Zonation of Echinoderm in Semerang Coastal Waters, East Lombok)

Oleh :

Noar Muda Satyawan^{1*}, Yusli Wardiatno², Rahmat Kurnia²

¹⁾Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan (PS.SDP), SPs IPB

Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor, E-mail: noarmudasatyawan@yahoo.com

²⁾Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, IPB

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui keanekaragaman spesies dan zonasi habitat Echinodermata di perairan pantai Semerang Kabupaten Lombok Timur. Survei lapangan dilakukan dengan metode transek kuadrat dan koleksi bebas selama bulan Maret – Juni 2013. Berdasarkan hasil penelitian, di Pantai Semerang ditemukan 26 spesies Echinodermata yang terdiri atas Echinoidea (13 spesies), Asteroidea (7 spesies), Ophiuroidea (3 spesies) dan Holothuroidea (3 spesies). Habitat Echinodermata di pantai Semerang terbagi atas 5 zona yaitu ratahan karang (*reef flat*), pasir (*sand*), padang lamun (*seagrass bed*), patahan karang (*rubble*), dan terumbu karang (*corral reef*). Nilai Indeks Keanekaragaman berbeda pada masing-masing habitat. Indeks Keanekaragaman Shannon – Wiener (H') terbesar ditemukan pada habitat terumbu karang ($H'=2,59$) kemudian diikuti oleh pasir ($H'=2,30$), patahan karang ($H'=2,17$), padang lamun ($H'=1,93$) dan ratahan karang ($H'=1,48$). Indeks Evenness terbesar ditemukan pada habitat pasir ($E=0,96$) diikuti oleh ratahan karang ($E=0,92$), terumbu karang ($E=0,86$), patahan karang ($E=0,75$) dan padang lamun ($E=0,67$). Indeks Margalef (R) terbesar ditemukan pada habitat terumbu karang ($R=5,02$) kemudian diikuti oleh patahan karang ($R=4,07$), pasir ($R=3,79$), padang lamun ($R=3,62$) dan ratahan karang ($R=1,41$). Kelas Echinoidea ditemukan pada semua zona, Asteroidea dan Holothuroidea tidak ditemukan pada zona ratahan karang sedangkan Ophiuroidea hanya ditemukan pada zona patahan karang dan terumbu karang.

Kata Kunci : keanekaragaman, zonasi habitat, Echinodermata, pantai Semerang

ABSTRACT

Research was conducted in order to determine the diversity of species and habitat zonation of Echinodermata in Semerang coastal waters East Lombok. The field survey was conducted using transects kuadrat and free collection during March to June 2013. Based on the results, in the Semerang Coast was found 26 species of Echinoderm which consist of Echinoidea (13 species), Asteroidea (7 species), Ophiuroidea (3 species) and Holothuroidea (3 species). Echinoderms habitat in Semerang divided into 5 zones, consist of reef flat, sand, seagrass beds, rubble, and coral reefs. Diversity index values differ in each habitat. Shannon - Wiener index (H') were largest on coral reef habitats ($H' = 2.59$) and then followed by sand ($H' = 2.30$), rubble ($H' = 2.17$), seagrass ($H' = 1,93$) and the reef flat ($H' = 1.48$). Greatest Evenness index was found in the sand habitat ($E = 0.96$) followed by a reef flat ($E = 0.92$), coral reefs ($E = 0.86$), rubble ($E = 0.75$) and seagrass beds ($E = 0.67$). the largest found Margalef Index (R), was found in coral reef habitats ($R = 5.02$) and then followed by rubble ($R = 4.07$), sand ($R = 3.79$), seagrass bed ($R = 3.62$) and reef flat ($R = 1.41$). Class of Echinoidea has found in all zones, Asteroidea and Holothuroidea not found on the reef flat zone while Ophiuroidea only found in the rubble and the coral reef zone.

Key words: diversity, habitat zonation, Echinoderm, Coast Semerang

PENDAHULUAN

Echinodermata berasal dari bahasa Yunani *Echinos* artinya duri, dan *derma* artinya kulit. Secara umum Echinodermata berarti hewan yang berkulit duri. Echinodermata terbagi atas 5 kelas yaitu kelas Esteroidea, Echinoidea, Holothuroidea, Ophiuroidea dan Crinoidea. Hewan ini memiliki kemampuan anatomi serta regenerasi bagian tubuh yang hilang, putus atau rusak (Jasin 1984). Habitat Echinodermata dapat ditemukan hampir pada semua ekosistem laut, namun paling banyak ditemukan pada zona pantai intertidal.

Pantai semerang merupakan salah satu pantai di Pulau Lombok yang berada dibagian luar Teluk Seriwe berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Kondisi ini membuat pantai ini memiliki keragaman habitat yang cukup tinggi untuk berbagai hewan laut. Rataan karang, padang lamun dan terumbu karang merupakan habitat yang ideal untuk menopang kehidupan biota di zona intertidal. Echinodermata merupakan salah satu famili hewan yang ditemukan melimpah dan sejak lama menjadi target perburuan oleh nelayan lokal. Bulu babi dan teripang merupakan target utama perburuan Echinodermata di perairan pantai Semerang.

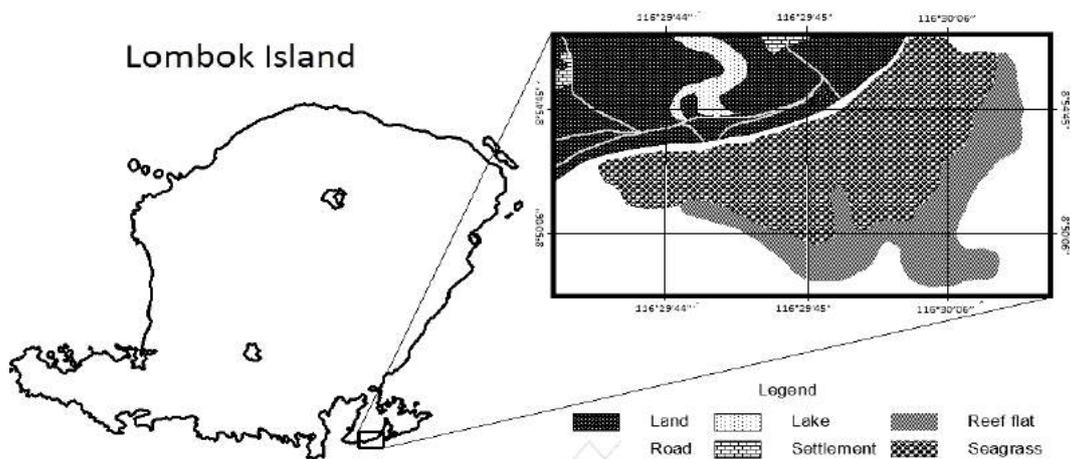
Disatu sisi, aktivitas perburuan biota Echinodermata memberikan dampak positif terhadap peningkatan nilai gizi dan ekonomi masyarakat pesisir pulau Lombok. Disisi lain, penangkapan yang semakin intensif memberikan dampak negatif terhadap ekosistem. Meningkatnya aktivitas nelayan lokal di sekitar pantai Semerang diduga menjadi penyebab menurunnya populasi Echinodermata. Eksploitasi yang semakin intensif dikhawatirkan akan mengancam kelestarian fauna tersebut. Fauna Echinodermata memegang peranan pening dalam

ekosistem lamun dan terumbu karang. Apabila penangkapan terus meningkat dikhawatirkan memberikan perubahan besar dalam susunan komunitas fauna dan pada akhirnya akan menggnggu keseimbangan ekosistem.

Informasi mengenai keberadaan fauna Echinodermata di pulau lombok khususnya di sekitaran pantai Semerang belum pernah dilaporkan. Beberapa informasi yang ada adalah di perairan Lombok Barat bagian selatan (Aziz dan Sugiarto 1994), Lombok Utara (Aziz, 1995), Sekotong (Yusron 2003^a) dan beberapa lokasi di perairan Pulau Lombok (Yusron, 2010). Penelitian ini bertujuan untuk melengkapi informasi mengenai keberadaan fauna Echinodermata pada berbagai tipe habitat sebagai langkah awal mengantisipasi penurunan populasi Echinodermata di perairan Pantai Semerang.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret – Juni 2013 di perairan pantai Semerang Kabupaten Lombok Timur. Pantai Semerang terletak di posisi 8°54'36.04" LS dan 116°29'57.21 BT (Gambar 1). Daerah tersebut merupakan salah satu daerah penangkapan/pemanenan biota lamun dan terumbu karang. Dua kali pengambilan sampel dilakukan setiap bulannya pada waktu air surut dengan metode transek kuadran yang berukuran 2,5 x 10 m untuk fauna Echinodermata di sekitar lamun. Transek ditarik tegak lurus garis pantai menuju tubir kemudian diletakkan kuadrat dan dicatat spesies dan jumlah Echinodermata yang berada di dalamnya. Selain itu, dilakukan pengamatan visual dan koleksi bebas dengan menggunakan bantuan alat snorkel. Identifikasi spesies Echinodermata dilakukan dengan menggunakan buku identifikasi Rowe (1969), Clark; dan Rowe (1971); Alen & Steene (1999); dan Lane dan Vandenspiegel (2003).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Data yang diperoleh digunakan untuk menentukan Indeks Keanekaragaman yang meliputi Indeks Shannon-Wiener (Magurran, 2004):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Keterangan:

- H' : Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener
- P_i : Jumlah individu suatu spesies/jumlah total seluruh spesies
- n_i : Jumlah individu spesies ke- i
- N : Jumlah total individu

Indeks keseragaman/Indeks Evenness (E) (Hurlbert, 1971):

$$E = \frac{H'}{H'_{max}}$$

- H' : Indeks Keanekaragaman
- H'_{max} : $\log_2 S$
- S : Jumlah spesies dalam unit pengamatan

Indeks Kekayaan spesies/Indeks Margalef (R) (Clifford & Stephenson, 1975):

$$R = \frac{S-1}{\ln N}$$

- S : Jumlah spesies dalam unit pengamatan
- N : Jumlah total individu yang teramati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Echinodermata merupakan salah satu komponen penting dalam ekosistem lamun dan terumbu karang. Secara ekologis, fauna Echinodermata memegang peranan penting terutama dalam rantai makanan dimana biota tersebut umumnya

sebagai pemakan detritus dan predator (Birkeland, 1989). Dalam penelitian ini tercatat 26 spesies Echinodermata ditemukan di perairan pantai Semarang yang terdiri atas 13 spesies Echinoidea, 7 spesies Asteroidea, 3 spesies Ophiuridea, dan 3 spesies Holothuroidea

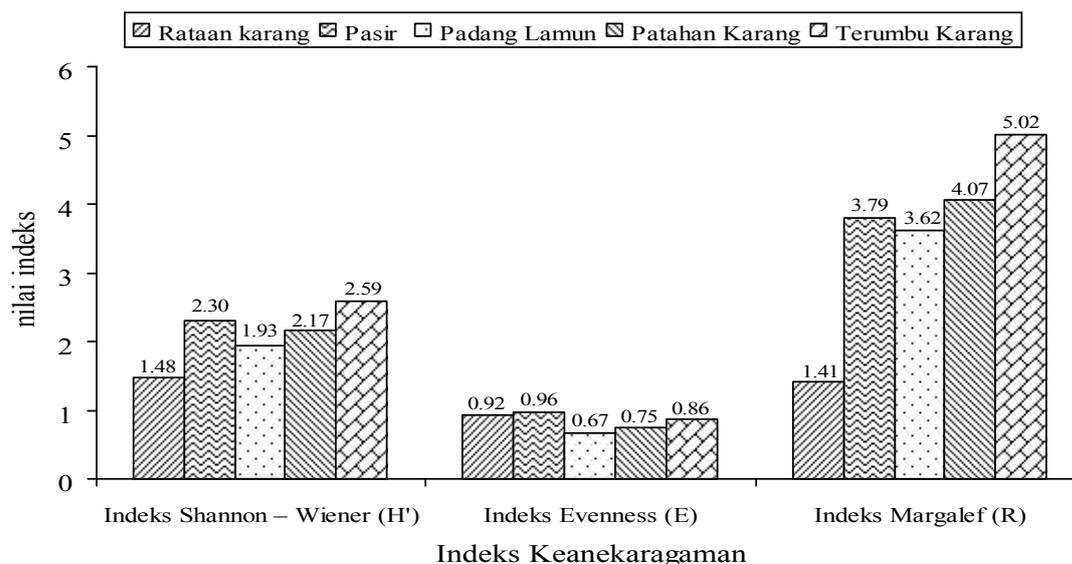
Indeks keanekaragaman digunakan untuk menyatakan hubungan kelimpahan spesies dalam komunitas. Indeks keanekaragaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah Indeks Shannon-

Wiener, Indeks Evenness dan Indeks Margalef. Gambar 2 menunjukkan bahwa Indeks Shannon – Wiener terbesar ditemukan pada habitat terumbu karang kemudian diikuti oleh pasir, patahan

karang, padang lamun dan rataan karang.

Nilai indeks Shannon-Wiener sangat ditentukan oleh banyaknya spesies dan distribusi individu spesies. Jika individu spesies terdistribusi merata akan meningkatkan nilai Indeks. Zona terumbu karang memiliki indeks Shannon-Wiener tinggi karena memiliki jumlah spesies dan

distribusi individu yang relatif lebih merata dibandingkan dengan zona lainnya. Padang lamun dan patahan karang memiliki nilai indeks lebih rendah dikarenakan adanya spesies yang mendominasi yaitu *Tripneustes gratilla*. Begitu juga dengan rataan karang yang didominasi oleh *Echinometra mathaei* tipe A.



Gambar 2. Indeks keanekaragaman Echinodermata di perairan Pantai Semarang

Nilai Indeks Shannon – Wiener yang diperoleh di lokasi penelitian ($H'=1,48-2,59$) lebih besar dibandingkan dengan di daerah lainnya. Nilai Indeks Shannon-Wiener fauna Echinodermata di Teluk Saleh Sumbawa ($H'=1,11-1,23$), Pulau-pulau Muna, Sulawesi Tenggara ($H'=1,19$), Selat Lembeh Sulawesi Utara ($H' =1,20$), dan Teluk Lampung ($H'=2,45$) (Yusron 2003^b; Yusron 2006; Yusron 2009; Darsono dan Aziz 2002). Nilai yang lebih rendah bila dibandingkan dengan yang dilaporkan oleh Yusron (2003^c) di perairan Tapak Tuan Aceh Selatan, Nangroe Aceh Darussalam ($H'=2,61$).

Indeks Evenness menunjukkan tingkat keseragaman spesies dalam komunitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai indeks Evenness terbesar ditemukan pada

habitat pasir kemudian diikuti oleh rataan karang, terumbu karang, patahan karang dan padang lamun. Tingginya nilai indeks pada habitat pasir dan rataan karang disebabkan oleh jumlah individu pada masing-masing spesies tersebar merata/tidak ada yang dominan. Hal sebaliknya ditemukan pada habitat padang lamun dan patahan karang dimana ada spesies yang memiliki jumlah individu yang dominan.

Indeks kekayaan spesies/ Indeks Margalef menunjukkan jumlah total spesies dalam komunitas. Nilai indeks tertinggi ditemukan di habitat terumbu karang diikuti oleh patahan karang, pasir, padang lamun dan rataan karang. Nilai indeks yang tinggi pada habitat terumbu karang karena memiliki jumlah jenis terbanyak dan indeks keanekaragaman spesies tinggi. Hal

sebaliknya terlihat pada habitat rata-rata sedikit dan indeks keanekaragaman spesies karang yang memiliki jumlah spesies lebih rendah

Tabel 1. Spesies dan jumlah individu spesies Echinodermata di perairan pantai Semarang

No	Kelas/ Spesies	Jumlah individu				
		rataan karang	pasir	padang lamun	patahan karang	terumbu karang
ECHINOIDEA						
1	<i>Echinometra mathaei</i> tipe A	7	0	0	0	4
2	<i>Echinometra mathaei</i> tipe B	3	0	0	0	1
3	<i>Echinometra mathaei</i> tipe C	2	0	0	0	2
4	<i>Tripneustes gratilla</i>	0	0	54	29	12
5	<i>Pseudoboletia maculata</i>	0	1	1	1	0
6	<i>Salmacis sphaeroides</i>	0	0	9	0	0
7	<i>Heliochidaris</i> sp.	3	0	0	0	2
8	<i>Echinotrix calamaris</i>	0	2	7	5	3
9	<i>Diadema setosum</i>	0	3	9	4	5
10	<i>Toxopneustes pileolus</i>	0	1	2	2	0
11	<i>Stomopneustes variolaris</i>	2	0	0	0	1
12	<i>Lytechinus variegates</i>	0	0	1	1	1
13	<i>Mespilia globules</i>	0	0	7	4	1
ASTEROIDEA						
14	<i>Protoreaster lincki</i>	0	1	2	1	1
15	<i>Linckia laveigata</i>	0	1	2	2	1
16	<i>Echinaster luzonicus</i>	0	0	1	1	1
17	<i>Culcita novaguinea</i>	0	1	1	1	0
18	<i>Leiaster speciosus</i>	0	0	1	1	1
19	<i>Nardoa frianti</i>	0	0	1	2	1
20	<i>Protoreaster nodusus</i>	0	1	3	2	1
OPHIUROIDEA						
21	<i>Ohiomastix annulosa</i>	0	0	0	3	2
22	<i>Ophiarachnella gorgonian</i>	0	0	0	3	1
23	<i>Macrophiothrix rugosa</i>	0	0	0	2	2
HOLOTHUROIDEA						
24	<i>Synapta maculate</i>	0	1	1	1	1
25	<i>Holothuria leucospilota</i>	0	1	1	0	0
26	<i>Holothuria atra</i>	0	1	6	0	0

Spesies Echinodermata yang ditemukan di pantai Semarang lebih banyak bila dibandingkan dengan Echinodermata di perairan lainnya di Pulau Lombok. Yusron (2010) melaporkan

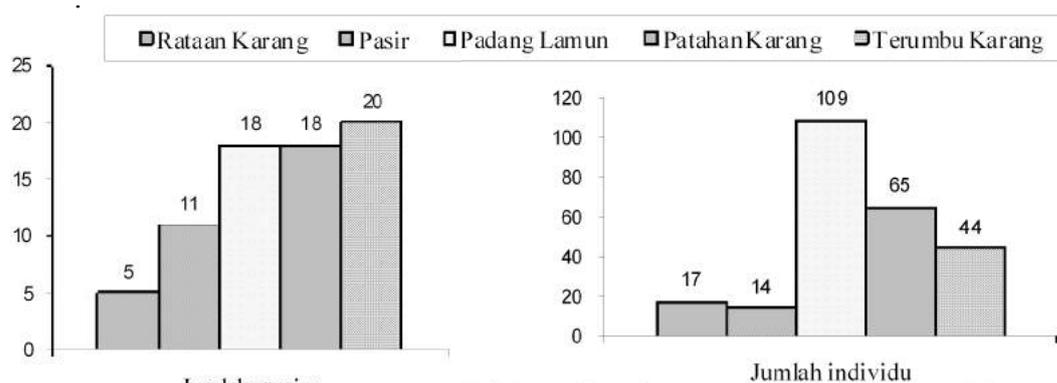
bahwa ditemukan 12 spesies Echinodermata di Tanjung Kayangan, 11 spesies di Medana, 12 spesies di Penambayungan, 11 spesies di Teluk Kuta, dan 16 spesies di Labuan (Tabel 2).

Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh variasi habitat yang lebih banyak pada lokasi penelitian.

Secara umum, jumlah spesies Echinodermata yang ditemukan di Pulau Lombok lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah spesies yang ditemukan di daerah lain. Darsono dan Aziz (2001) melaporkan sekitar 52 spesies fauna Echinodermata ditemukan di perairan terumbu karang Pulau-pulau Derawan, Kalimantan Timur. Yusron (2006) menemukan 27 spesies fauna Echinodermata di perairan teluk saleh, Sumbawa NTB.

Aziz (1981) membedakan empat macam habitat dari bentuk topografi daerah terumbu karang yaitu zona pasir, zona pertumbuhan lamun dan rumput laut, zona

terumbu karang dan zona tubir dan lereng terumbu. Dalam penelitian ini zonasi habitat dibagi menjadi lima zona yaitu zona rata-rata karang, pasir, padang lamun, patahan karang, dan terumbu karang. Hasil penelitian ini menunjukkan jumlah spesies yang berbeda pada masing-masing habitat. Ditemukan 5 spesies Echinodermata menempati zona rata-rata karang, 11 spesies menempati zona pasir, 18 spesies menempati padang lamun, 18 spesies menempati patahan karang, dan 20 spesies menempati terumbu karang (Gambar 3). Perbedaan jumlah spesies yang ditemukan diduga karena perilaku makan dan jenis makanan dari masing-masing spesies Echinodermata tersebut.



Gambar 3. Jumlah Spesies dan individu Echinodermata di perairan pantai Semarang

Kelas Ekhinoidea biasanya ditemukan pada semua habitat di perairan Pantai Semarang. Bulu babi peliang dari Genus *Echinometra*, *Heliochidaris*, dan *Stomopneustes* hanya dapat ditemukan di rata-rata karang dan terumbu karang. Perilaku dan kebiasaan makan bulu babi peliang telah menggerus karang yang menjadi tempat hidupnya. Hasil gerusan tersebut akan membentuk lubang yang menjadi habitat tempat hidup, mencari makan, dan berkembang biak bagi biota tersebut.

Bulu babi peliang (*boring urchin*) telah lama dilaporkan memberikan peran dalam

ekosistem terumbu karang. Satyawati *et al.* (2013) melaporkan bahwa laju erosi CaCO_3 yang disebabkan oleh bulu babi peliang di rata-rata karang pulau Okinawa sebesar 0,128 gr pada siang hari serta 0,227 gr pada malam hari oleh *Echinometra mathaei* tipe A dan 0,109 gr pada siang hari serta 0,190 gr pada malam hari oleh *E. mathaei* tipe B. Aktifitas makan dan meliang bulu babi menggambarkan peranannya dalam mengontrol pertumbuhan karang, pembentukan sedimen, pemeliharaan keragaman biota dengan membentuk mikro habitat dan menyediakan sumber makanan

serta mendaur ulang Ca^{2+} dan C (Carreiro-Silva and McClanahan 2001; Tribollet and Golubic 2011).

Beberapa avertebrata yang hidup di laut memakan daun lamun (Kikuchi 1966; Thayer *et al.* 1975). Jumlah individu Echinodermata terbanyak ditemukan pada zona padang lamun (Gambar 3). Kelas Echinoidea ditemukan dominan pada habitat tersebut. Bulu babi yang ditemukan dominan di padang lamun pantai Semarang adalah *Tripneustes gratilla*, *Diadema Setosum*, dan *Echinotrix calamaris*. Spesies bulu babi tersebut diketahui memiliki kecenderungan memilih lamun sebagai makanannya. Spesies bulu babi *T. gratilla* merupakan “grazer” penting yang hidup di kawasan Indo-Pasifik Barat (Lawrence 2007). Spesies bulu babi tersebut tidak mutlak tergantung pada berbagai spesies lamun, tetapi juga memakan berbagai spesies algae. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya ditemukan spesies tersebut di zona patahan karang dan terumbu karang walaupun tidak sebanyak di zona padang lamun.

Kelas Holothuroidea ditemukan pada habitat pasir, padang lamun, patahan karang dan terumbu karang. *Holothuria leucospilota* dan *H. atra* banyak ditemukan pada daerah pasir dan padang lamun sedangkan *Synapta maculata* terkadang ditemukan di patahan karang dan terumbu karang. Banyaknya ditemukan di habitat tersebut tidak hanya karena faktor makanan akan tetapi juga karena kebutuhan akan perlindungan dari sinar matahari dan predator (Yusron 2003^b). Keberadaan biota ini memainkan peranan penting dalam ekosistem. Selain sebagai detritivor beberapa spesies juga merupakan makanan bagi berbagai spesies ikan karang (Shirley, 1982; Birkeland, 1989).

Teripang merupakan salah satu spesies Echinodermata yang telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir

pantai Semarang sebagai bahan makanan. Hasil perikanan teripang di Indonesia umumnya diekspor ke luar negeri antara lain Singapura, Hong Kong dan Taiwan (Darsono, 2002). Permintaan teripang yang cenderung semakin tinggi menyebabkan kegiatan eksploitasi terus meningkat hingga saat ini. Jenis teripang yang dapat ditemukan di pantai Semarang merupakan jenis yang tidak memiliki nilai ekonomis tinggi. Darsono (2002) melaporkan bahwa teripang yang memiliki harga jual tinggi adalah teripang putih (*Holothuria scabra* dan *H. nobilis*) sedangkan teripang hitam (*Holothuria atra*) memiliki harga jual rendah. Berdasarkan laporan mengenai keberadaan Echinodermata khususnya teripang di perairan lainnya di pulau Lombok (Tabel 2) maka tidak menutup kemungkinan dahulunya spesies teripang yang bernilai ekonomis tinggi banyak ditemukan di pantai Semarang. Peningkatan laju eksploitasi diduga kuat menjadi penyebab berkurangnya stok teripang di habitat alaminya.

Kelas Asteroidea banyak ditemukan pada lamun dan terumbu karang. Spesies yang banyak ditemukan di perairan pantai Semarang adalah *Linckia laveigata*, *Protoreaster nodusus*, dan *Nardoa frianti*. Spesies ini biasanya ditemukan di atas daun lamun, pasir dan di atas patahan karang dan terkadang bersembunyi di celah terumbu. Kelas ini tidak dimanfaatkan sebagai sumber pangan, akan tetapi di beberapa tempat di koleksi sebagai hiasan. Di Pantai Semarang belum ditemukan masyarakat yang sengaja memburu biota ini untuk tujuan komersial.

Kelas Ophiuroidea kebanyakan ditemukan pada habitat terumbu karang dan patahan karang. Anggota dari kelas Ophiuroidea dapat beradaptasi pada berbagai variasi habitat (Aziz, 1996). Sebagian besar individu dari kelas ini

ditemukan mengubur diri dalam substrat lumpur dan pasir serta dibawah atau dicelah terumbu. Romimuharto (2007) menerangkan bahwa Echinodermata merupakan hewan yang sering dijumpai merayap pada batu di wilayah pesisir laut dan menyukai substrat berbatu yang dapat dimanfaatkan sebagai tempat persembunyiannya. Kelas ini memerankan peran sebagai detritivor dalam ekosistem terumbu karang.

Fauna Echinodermata memiliki peran penting pada ekosistem lamun dan terumbu karang sebagai salah satu komposisi jaring makanan dan juga sebagai herbivora, karnivora, omnivora ataupun sebagai pemakan detritus (Claek & Rowe 1971). Sehubungan dengan meningkatnya aktifitas nelayan lokal dalam perburuan berbagai spesies Echinodermata terutama teripang dan bulu babi di daerah ratahan karang dan padang lamun kemungkinan besar telah menurunkan populasi biota tersebut. Jika eksploitasi terus dilakukan, maka dikhawatirkan akan mengganggu keseimbangan ekosistem di perairan pantai Semarang.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa di Pantai Semarang ditemukan 26 spesies Echinodermata yang terdiri atas 13 spesies Echinoidea, 7 spesies Asteroidea, 3 spesies Ophiuroidea dan 3 spesies Holothuroidea. Habitat Echinodermata di panatai Semarang terbagi atas 5 zona yaitu ratahan karang (*reef flat*), pasir (*sand*), padang lamun (*seagrass bed*), patahan karang (*rubble*), dan terumbu karang (*coral reef*). Indeks Keanekaragaman Shannon – Wiener terbesar ditemukan pada habitat terumbu karang kemudian diikuti oleh pasir, patahan karang, padang lamun dan ratahan karang. Indeks keseragaman Evenness terbesar ditemukan pada habitat pasir

diikuti oleh ratahan karang, terumbu karang, patahan karang dan padang lamun. Indeks kekayaan jenis/Indeks Margalef terbesar ditemukan pada habitat terumbu karang kemudian diikuti oleh patahan karang, pasir, padang lamun dan ratahan karang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alen, G.R. and R. Steene. 1999. *Indo-Pacific coral reef field guide*. Tropical Reef Research. CSI. Australia.
- Aziz, A dan H. Sugiarto. 1994. Fauna Echinodermata padang lamun di pantai Lombok Selatan. Dalam Kiswara, W; M.K, Moosa dan M. Hutomo (eds), *Struktur Komunitas Biologi Padang Lamun di Pantai Selatan Lombok dan Kondisi Lingkungannya*. Puslitbang Oseanologi – LIPI, Jakarta.
- Aziz, A. 1981. Fauna Echinodermata dari terumbu karang Pulau Pari. Pulau-pulau Seribu. *Oseanologi di Indonesia* 14: 41-50.
- _____. 1995. Beberapa catatan mengenai fauna Echinodermata dari Lombok. Dalam Praseno, D.P., W.S. Atmaja, I. Supangat, Ruyitno dan B.S Sudibjo (eds), *Pengembangan dan Pemanfaatan Potensi Kelautan: Potensi Biota, Teknik Budidaya dan Kualitas Perairan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI, Jakarta.
- _____. 1996. Habitat dan Zonasi fauna Echinodermata di Ekosistem Terumbu Karang. *Oseana*, 21(2): 33-43.
- Birkeland, C. 1989. The influence of echinoderm on coral reef communities. *In: Echinoderms Studies*, by M. Jangoux and J.M. Lawrence, (eds), vol. 3. A.A. Belkemen Rotterdam, Netherland: 79pp.
- Carreiro-Silva, M. and McClanahan, T.R. 2001. Echinoid bioerosion and herbivory on Kenyan coral reefs: the role of protection from fishing. *Journal*

- of Experimental Marine Biology and Ecology*, 262, pp. 133-153.
- Clark, A.M and F.W.E. Rowe. 1971. *Monograph of shallow-water Indo West Pasific Echinoderms*. Trustees of British Museum (Natural History). London
- Clifford, H.T. and Stephenson, W. 1975. *An Introduction to numerical classification*. London. Academic press.
- Darsono, P dan A. Aziz. 2001. Fauna Ekhinodermata dari rata-rata terumbu karang Pulau-pulau Derawan, Kalimantan Timur. *Dalam* :Atmadja.. W.S; I. Supangat; Ruyitno dan B.S. Sudibjo (eds). *Pesisir dan Pantai Indonesia VI*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi - LIPI. Jakarta : 213-225.
- Darsono, P. 2002. Sumberdaya dan perikanan teripang dari daerah Sulawesi Utara. *Dalam* Ruyitno, A. Aziz dan Pramudji (eds): *Perairan Sulawesi dan Sekitarnya*. Biologi, Lingkungan dan Oseanografi. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta: 47-54.
- Hurlbert, S.H. 1971. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* (52): 577 – 586.
- Jasin, M. 1984. *Zoologi Invertebrata*. Sinar Wijaya. Surabaya
- Kikuchi, T. 1966. An ecological study on animal communities of the *Zostera* belt in Tomioka Bay, Amakusa, Kyusu. *Publ.Amakusa.Mar.Biol.Lab.* 1: 1-106.
- Lane, D.J.W and D. Vandenspiegel. 2003. *A Guide to Sea Stars and other Echinoderms of Singapore*. Singapore Science Centre. Singapura.
- Lawrence, J.M. 2007. *Edible Sea Urchins: Biology and Ecology, Second Edition*. Oxford UK. Elsevier.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. Oxford, UK. Blackwell Science Ltd.
- Romimuhtarto, K dan S. Juwana. 2007. *Biologi Laut*. Jakarta. Djambatan.
- Rowe, F.W.E. 1969. A Review of family Holothuroidea (Holothuroidea Aspidochirotrida). *Bull. Br. Mus. Nat. His. Zool.* London: 117 – 170.
- Satyawan, N.M., S. Tutupoho, Y. Wardiatno., and M. Tsuchiya. 2013. Feeding behaviour and bioerosion: the ecological role of the rock-boring urchin, *Echinometra mathaei* (de Blainville, 1825), in Okinawa reef flat. *JASM*, 1(1):10 – 16.
- Shirley, T.C. 1982. The importance of echinoderm in the diet of fishes of a sublittoral rock reef *In* : Chapman and J. W. Tunel (eds), *South Texas Fauna*. Caesar Kleberg Wild Life Researches Institute: 49 - 55.
- Thayer, G.W., S.M. Adams and M.W. La Croix. 1975. Structural and functional aspects of a recently established *Zostera marina* community. *Estuarine Research* 1:518-540.
- Tribollet, A. and Golubic, S. 2011. *Reef bioerosion: agent and processes in coral reef: an ecosystem in transition*. Springer Science+Business Media.
- Yusron, E. 2003^a. Beberapa catatan fauna Ekhinodermata dari perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Di dalam *Prosiding Seminar Riptek kelautan Nasional* tahun. 2013. Jakarta. hal: 42 – 47
- _____. 2003^b. Fauna Ekhinodermata di daerah terumbu karang di Pulau-pulau Muna, Sulawesi Tenggara. *Dalam*: Atmadja, W.S; I. Supangat; Ruyitno dan B.S. Sudibjo (eds). *Pesisir dan Pantai Indonesia VIII*. Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI. Jakarta: 135 -140.
- _____. 2003^c. Beberapa catatan fauna ekhinodermata dari perairan Tapak

Tuan, Aceh Selatan-Nangroe Aceh Darussalam. *Makara Seri Sains*. Universitas Indonesia Vol 7 (30) : 97 - 103.

_____. 2006. Ekhinodermata di perairan Teluk Saleh, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia* 40: 43 – 52.

_____. 2009. Biodiversitas fauna

ekhinodermata Di Perairan Selat Lembeh, Situng Sulawesi Utara. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia*. 35 (2) : 225 -237.

_____. 2010. *Penelitian kajian diversitas biota laut di perairan Lombok dan sekitarnya, Nusa Tenggara Barat*. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. Jakarta.