

KEANEKARAGAMAN FORAMINIFERA BENTIK TELUK BALIKPAPAN, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**DIVERSITY OF BENTHIC FORAMINIFERA AT BALIKPAPAN BAY, EAST KALIMANTAN****MASTUTI WIDIANINGSIH**

Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata, Jalan KH. Wakhid Hasyim No. 65, Kediri, Jawa Timur

Email : widianingsihmastuti910224@gmail.com

Diterima 21 Februari 2017. Disetujui 28 September 2017

INTISARI

Teluk Balikpapan menjadi salah satu lokasi pengambilan sampel sedimen untuk penelitian foraminifera bentik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui keanekaragaman foraminifera bentik di perairan Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur. Sampel dipilih pada kedalaman 0-20 m, kemudian dikelompokkan menjadi 4 kedalaman, yaitu 0-5 m, 6-10 m, 11-15 m, dan 16-20 m. Sebanyak 1553 spesimen yang diperoleh berasal dari 66 spesies, 7 ordo, dan 17 famili yang berbeda. *Asterorotalia trispinosa* merupakan spesies dengan kelimpahan tertinggi, diikuti oleh *Rotalia* sp.1, *Rotalia* sp.2, dan *Trichammina nana*. Indeks keanekaragaman dari masing-masing titik sampling berbeda, yaitu 8 titik memiliki keanekaragaman stabil, 11 titik moderat, dan 1 titik tidak stabil. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh kedalaman, kecerahan, temperatur, pH, turbiditas, salinitas, dan DO yang berbeda pada setiap titik pengambilan sampel sedimen.

Kata kunci : keanekaragaman, foraminifera, Teluk Balikpapan

ABSTRACT

Balikpapan Bay is one of locations of sampling sediments for the study of benthic foraminifera. The objective of this research was to determine the diversity of benthic foraminifera at different depths at Balikpapan Bay, East Kalimantan. Samples was selected at depth of 0-20 m, then divided into 4 depths, 0-5 m, 6-10 m, 11-15 m, and 16-20 m. A total of 1553 specimens were obtained from 66 species, 7 ordo, and 17 family. *Asterorotalia trispinosa* is a species with the highest of abundance, that followed by *Rotalia* sp.1, *Rotalia* sp.2, and *Trichammina nana*. The diversity index of each sampling point was different, 8 points have stable diversity, 11 moderate points, and 1 unstable point. This condition were influenced by depth, brightness, temperature, pH, turbidity, salinity, and DO at each sediment sampling point.

Keywords : diversity, foraminifera, Balikpapan Bay

PENDAHULUAN

Teluk Balikpapan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di bagian daratan dan lautan sekitar Selat Makasar. Dinamika kedua lingkungan tersebut secara tidak langsung akan berpengaruh pada kehidupan foraminifera bentik. Foraminifera bentik menjadi salah satu jenis organisme protozoa bercangkang yang hidupnya relatif menetap dan memiliki kontribusi dalam pelestarian terumbu karang (Yamano *et al.*, 2000) di Teluk Balikpapan. Foraminifera bentik cepat merespon perubahan lingkungan karena pola hidupnya yang menetap sehingga dapat dijadikan indikator kualitas perairan (Noortiningsih *et al.*, 2008; Natsir, 2010; Toruan *et al.*, 2013).

Kelimpahan foraminifera bentik dipengaruhi oleh faktor kecerahan, pH, turbiditas, salinitas, kadar oksigen, dan kedalaman (Boltovskoy and Wright, 1976; Gustiani *et al.*, 2005). Peningkatan kedalaman akan mengakibatkan penurunan jumlah dan jenis foraminifera bentik (Dewi dan Saputro, 2013). Sebanyak 133 spesies didapatkan dari sampel sedimen

perairan Teluk Sepi pada kedalaman 1-35 m (Auliaherliaty, 2004). Penelitian Nurruhwati *et al.* (2012) di Teluk Jakarta menunjukkan adanya 85 spesies foraminifera bentik di Teluk Jakarta pada kedalaman 1-30 m. Kedua hasil tersebut memberikan gambaran bahwa kedalaman pengambilan sampel sedimen dapat menjadi salah satu faktor penentu keanekaragaman foraminifera bentik.

Selain itu, di tahun 2011, Adisaputra melakukan identifikasi sampel sedimen perairan Teluk Balikpapan dengan kedalaman pengambilan sampel 18-561 m dan didapatkan 195 spesies. Penelitian tentang keanekaragaman ini bertujuan untuk melihat pengaruh kedalaman yang berbeda pada perairan Teluk Balikpapan terhadap keanekaragaman jenis foraminifera bentik.

MATERI DAN METODE

Berikut adalah tahapan analisa keanekaragaman foraminifera bentik.

Pengambilan dan Pengelompokan Sampel Sedimen

Sampel yang digunakan merupakan sampel sedimen hasil cucian (*washed residu*) yang telah tersedia di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) untuk berbagai analisa. Sampel tersebut diambil oleh Tim Penelitian Lingkungan dan Kebencanaan Geologi Kelautan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) di perairan Teluk Balikpapan. Sampel sedimen diambil menggunakan *grab sampler* (pemercontoh comot) pada lebih dari 50 titik lokasi secara acak berdasarkan pola batimetri (peta kedalaman laut yang berfungsi untuk mengetahui morfologi dasar laut dan kemantapan lereng dasar laut) dan mewakili daerah penelitian serta dengan titik koordinat pengambilan sampel yang berbeda-beda (Tabel 1). Dari 50 titik lokasi pengambilan sampel, kemudian diambil titik pengambilan sampel secara acak dengan kedalaman yang berbeda yaitu kurang dari 40 m.

Sampel yang diambil pada perairan Teluk Balikpapan, selanjutnya dikelompokkan menjadi 4 kedalaman, yaitu 0-5 m, 6-10 m, 11-15 m, dan 16-20 m. Pengelompokan kedalaman tersebut didasarkan atas data sekunder berupa kedalaman pengambilan sampel foraminifera benthik. Dari masing-masing kelompok kedalaman tersebut selanjutnya diambil sebanyak 5 sampel sedimen untuk kemudian dilakukan analisis foraminifera

Picking

Picking bertujuan memisahkan spesimen foraminifera benthik dari sedimen atau material lainnya. Sampel sediaan ditimbang berat keringnya, kemudian dilakukan *picking* dengan menebarkan sedikit demi sedikit sampel pada *picking tray*. Sebelum ditebar, sampel sedimen dibagi menggunakan *splitter* bila volumenya besar. Pengamatan dilakukan dengan mikroskop binokular perbesaran 100x. *Picking* dilakukan secara terus menerus dengan kuas kecil (no. 1) yang terlebih dahulu dicelupkan dalam air sampai mendapatkan spesimen sebanyak 300. Masing-masing sampel dilakukan proses pengulangan *picking* sebanyak 3 kali. Spesimen hasil *picking* diletakkan pada *assemblage slide* yang telah diolesi *tragacant gum*. *Assemblage slide* terdiri dari 60 petak, masing-masing petak diisi dengan 5 spesimen.

Koleksi

Koleksi dilakukan dengan memindahkan spesimen foraminifera benthik hasil *picking* yang memiliki bentuk berbeda ke *assemblage slide* yang baru guna memudahkan proses identifikasi. Setiap kotak *assemblage slide* yang baru berisi minimal 2 spesimen yang sama, selanjutnya dilakukan pencatatan nomer sampel asal spesimen foraminifera yang telah dipindah ke *assemblage slide* untuk koleksi.

Identifikasi

Identifikasi dilakukan secara berurutan menggunakan kunci determinasi berupa buku acuan Barker (1960), Loeblich and Tappan (1994), serta

Yassini and Jones (1995) sampai diperoleh nama spesies. Setelah identifikasi, dilakukan penghitungan jumlah spesies pada masing-masing sampel sedimen untuk analisa data. Ciri-ciri yang diamati dari spesimen meliputi komposisi dan bentuk cangkang, bentuk dan jumlah kamar, jumlah puataran cangkang, ornamen cangkang, serta bentuk dan posisi apertura.

Setelah proses identifikasi selesai, kemudian dilakukan penghitungan jumlah dari masing-masing spesies foraminifera. Data tersebut berguna untuk mengetahui indeks kemelimpahan tiap spesies pada masing-masing titik pengambilan sampel.

Analisis Data

1. Kelimpahan (K)

Menurut Bakus (1990), kelimpahan dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$K = \frac{\sum \text{spesies} / \text{plot}}{\text{sampel}(\text{gram})}$$

2. Indeks keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman dihitung berdasarkan formulasi Shannon-Weaver (Bakus, 1990).

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

$$p = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman

n_i = Jumlah jenis ke-i

N = Jumlah total individu

Jika :

1. H' < 1, maka komunitas dalam kondisi tidak stabil
2. 1 < H' < 3, maka komunitas dalam kondisi moderat
3. H' > 3, maka komunitas dalam kondisi baik

3. Indeks pemerataan (J')

Indeks pemerataan berkisar antara 0-1. Indeks pemerataan dihitung berdasarkan formulasi Pielou (Bakus, 1990).

$$J' = \frac{H'(\log_e)}{\log_e S}$$

Keterangan :

J' = Indeks pemerataan

H' = Indeks keanekaragaman

S = Jumlah jenis

4. Indeks dominansi (D)

Indeks dominansi dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Bakus 1990):

$$D = 1 - C$$

$$C = \sum p_i^2$$

Nilai indeks dominansi adalah 0-1. Jika mendekati 1 maka ada spesies yang mendominasi, jika mendekati 0 maka hampir tidak ada individu yang mendominasi.

Tabel 1. Pengelompokan Sampel Sedimen Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur

Kelompok	No. Sampel	Lintang	Bujur	Kedalaman Lokasi Pengambilan Sampel (m)
1 (0-5 m)	TB-01	-1,20220	116,7657	1,5
	TB-02	-1,29590	116,76627	2,9
	TB-03	-1,35058	116,77380	4,0
	TB-04	-1,13977	116,77067	4,0
	TB-05	-1,23355	116,76815	5,0
2 (6-10 m)	TB-06	-1,29523	116,88225	7,0
	TB-07	-1,36207	116,81405	7,0
	TB-08	-1,39948	116,76603	7,5
	TB-09	-1,29270	116,94348	8,0
	TB-10	-1,37955	116,84058	9,5
3 (11-15 m)	TB-11	-1,31907	116,82602	12,0
	TB-12	-1,26315	116,79992	12,0
	TB-13	-1,21033	116,77478	12,0
	TB-14	-1,32925	116,90197	14,0
	TB-15	-1,28007	116,79020	14,0
4 (16-20 m)	TB-16	-1,25465	116,79278	16,0
	TB-17	-1,23660	116,78988	16,0
	TB-18	-1,17685	116,77025	17,0
	TB-19	-1,30583	116,81467	18,0
	TB-20	-1,43178	116,77870	20,0

Tabel 2. Param kualitas air di Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur

No Sampel	Kedalaman (m)	Kecerahan (m)	Temperatur (°C)	pH	Turbiditas (NTU)	Salinitas (%)	DO (mg/L)
TB-01	1,5						
TB-02	2,9	3,0	31,4	7,5	0,18	3,15	6,2
TB-03	4,0	2,5	31,5	8,0	4,22	3,30	7,2
TB-04	4,0	4,0	31,5	7,6	0,58	3,03	7,1
TB-05	5,0	3,0	31,3	7,5	2,89	3,04	7,1
TB-06	7,0	5,5	30,1	8,0	1,09	3,35	6,8
TB-07	7,0	5,5	30,6	8,0	3,97	3,39	7,6
TB-08	7,5	7,0	30,1	7,9	0,92	3,38	7,7
TB-09	8,0	7,0	30,6	8,0	2,20	3,36	8,3
TB-10	9,5	7,5	30,3	8,0	2,27	3,47	7,7
TB-11	12,0	5,0	30,7	7,7	1,56	3,35	6,0
TB-12	12,0	6,0	30,9	7,5	0,50	3,32	7,8
TB-13	12,0	6,0	31,0	7,5	0,83	3,22	5,4
TB-14	14,0	5,5	30,1	7,9	3,93	3,46	7,3
TB-15	14,0	6,0	30,8	7,8	1,49	3,30	4,6
TB-16	16,0	5,0	31,0	7,5	0,55	3,36	7,1
TB-17	16,0	6,0	30,9	7,6	1,14	3,28	6,9
TB-18	17,0	3,5	30,8	7,6	1,43	3,38	4,9
TB-19	18,0	7,0	31,1	7,7	1,94	3,14	6,3
TB-20	20,0	8,0	30,1	7,8	2,24	3,42	7,6

Keterangan :

x = Indeks keanekaragaman (H')

y = Param kualitas air (kedalaman, kecerahan, temperatur, pH, turbiditas, salinitas, dan DO)

5. Korelasi Pearson (r)

Korelasi Pearson digunakan untuk mengetahui besarnya hubungan antara indeks keanekaragaman jenis dengan param kualitas air yang meliputi kedalaman, kecerahan, temperatur, pH, turbiditas, salinitas, dan DO (Tabel 2). Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung nilai korelasi tersebut.

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

HASIL

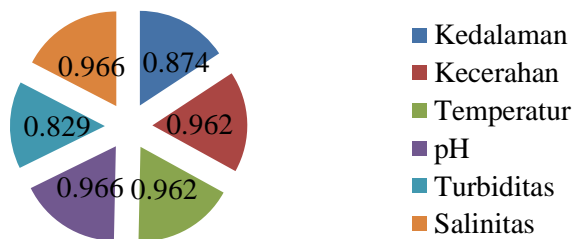
Keanekaragaman spesies pada perairan Teluk Balikpapan tersaji pada Tabel 4 dengan *Asterorotalia trispinosa* sebagai spesies dominan. Indeks keanekaragaman berbeda pada setiap titik pengambilan sampel. Sebanyak 71 titik memiliki keanekaragaman foraminifera bentuk yang stabil (lebih dari 3), 11 titik moderat (antara 1-3), dan 1 titik tidak stabil (kurang dari 1). Nilai indeks keanekaragaman

Tabel 3. Nilai kelimpahan, indeks keanekaragaman jenis, indeks pemerataan, dan indeks dominansi

No Sampel	Kedalaman (m)	Σ Spesies	Σ Individu	K	H'	J'	D
TB-01	1,5	4	8	0,564	1,386	0,953	0,047
TB-02	2,9	12	298	94,576	2,639	0,617	0,383
TB-03	4,0	2	9	1,344	1,099	0,773	0,228
TB-04	4,0	11	299	43,781	2,565	0,519	0,481
TB-05	5,0	13	207	37,518	2,996	0,625	0,375
TB-06	7,0	24	300	49,788	2,996	0,754	0,247
TB-07	7,0	24	260	46,245	3,178	0,870	0,130
TB-08	7,5	22	248	24,629	3,091	0,841	0,159
TB-09	8,0	23	232	43,713	3,332	0,826	0,175
TB-10	9,5	33	172	80,668	3,738	0,854	0,146
TB-11	12,0	14	300	47,034	3,045	0,614	0,386
TB-12	12,0	15	232	13,968	3,045	0,697	0,303
TB-13	12,0	17	300	47,333	2,974	0,746	0,260
TB-14	14,0	15	262	16,391	2,890	0,711	0,289
TB-15	14,0	20	285	62,752	3,219	0,749	0,251
TB-16	16,0	12	172	12,022	2,773	0,616	0,384
TB-17	16,0	16	296	20,915	3,258	0,571	0,429
TB-18	17,0	2	10	0,992	0,693	0,722	0,278
TB-19	18,0	12	288	27,441	2,708	0,319	0,687
TB-20	20,0	16	300	63,456	2,890	0,403	0,597

berkisar antara 0-4. Indeks keanekaragaman tertinggi dimiliki oleh TB-10 dan terendah pada TB-18 (Tabel 3). Besarnya nilai korelasi Pearson berdasarkan variabel tersebut berturut-turut tercantum pada Gambar 1.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerahan, turbiditas, DO, dan COD (Rositasari 2006; Renema, 2008), serta pH (Nooijer *et al.*, 2009) akan mempengaruhi keanekaragaman foraminifera bentik.



Gambar 1. Diagram Korelasi Pearson

PEMBAHASAN

Umumnya foraminifera bentik banyak ditemukan pada sedimen pasiran (Natsir, 2010). Sebanyak 66 spesies didapatkan dari hasil koleksi sampel sedimen Teluk Balikpapan. Spesimen tersebut berasal dari 7 ordo dan 17 familia. *Asterorotalia trispinosa* (ordo Rotaliida) merupakan spesies yang ditemukan hampir pada setiap titik pengambilan sampel dengan jumlah keseluruhan 1553 (Tabel 4). Spesies dengan kepadatan terendah adalah *Quinqueloculina philippinensis*, *Quinqueloculina reticulata*, *Quinqueloculina sp.*, dan *Ammonia sp.* (hanya 1 spesimen).

Kemelimpahan ordo Rotaliida merupakan salah satu ciri perairan laut normal dengan kadar kalsium karbonat dan kecerahan yang cukup tinggi (Adisaputra and Hendrizan, 2011). Keseluruhan titik pengambilan sampel sedimen yang didominasi *Asterorotalis trispinosa* (Tabel 4) menandakan titik tersebut merupakan jenis perairan terbuka dengan arus yang kencang (Gustiani and Usman, 2008; Rositasari, 2011). Selain itu, morfologi *Asterorotalis trispinosa* yang memiliki 3 duri dapat mempermudah spesies tersebut

berpindah temt (daya adaptasi) ketika terjadi perubahan lingkungan (Adisaputra and Hendrizan, 2011).

Tingginya keanekaragaman yang dapat terawetkan dalam sedimen dipengaruhi oleh faktor salinitas. Kadar salinitas yang tinggi akan membantu proses sekresi kalsium karbonat sebagai senyawa pembentuk cangkang foraminifera bentik melalui proses kalsifikasi (Natsir, 2010). Terhambatnya kalsifikasi akan mengakibatkan cangkang yang terbentuk tidak sempurna sehingga memicu penurunan total foraminifera bentik yang dapat terawetkan dalam sedimen (Geslin *et al.*, 2002; Vilela *et al.*, 2004; Rositasari, 2006; Mojtahid *et al.*, 2006; Burone *et al.*, 2007; Brouillette, 2009; Buosi *et al.*, 2010; Colon and Hallock, 2010; Denoyelle *et al.*, 2010).

Nilai DO berbanding lurus dengan tingkat kecerahan dan berbanding terbalik dengan turbiditas. Tingkat kecerahan yang rendah mengakibatkan sinar matahari tidak dapat menembus perairan meskipun pada umumnya sinar matahari dapat mencapai

Tabel 4. Jumlah spesies foraminifera bentuk berdasarkan pengelompokkan kedalaman

No	Spesies Foraminifera	Kedalaman 0-5 meter				Kedalaman 6-10 meter				Kedalaman 11-15 meter					Kedalaman 16-20 meter					
		TB-01	TB-02	TB-03	TB-04	TB-05	TB-06	TB-07	TB-08	TB-09	TB-10	TB-11	TB-12	TB-13	TB-14	TB-15	TB-16	TB-17	TB-18	TB-19
1	<i>Assilina ammonoides</i>	2	1	4		57	15	20	42		98	16		5			4	1		
2	<i>Rotalia</i> sp.1	2	2	83	7	2	21	28	7	13	6	17	43	23	7	12	19	27	35	8
3	<i>Elphidium craticulatum</i>								2	3	15	5								2
4	<i>Elphidium</i> sp.1	9					3		7	29	1		5							
5	<i>Peneroplis</i> sp.									2										
6	<i>Hauerina</i> sp.									1		2								
7	<i>Elphidium macellum</i>					2	9	8	27	7		23						1		2
8	<i>Operculina</i> sp.								7	12	5	2								
9	<i>Cellanthus craticulatus</i>								2	5						1				
10	<i>Parahauerinoides fragilissimus</i>								2	2	3									
11	<i>Spiroloculina subimpressa</i>		7				7		5	9	6	8	19	4		3	6	12		
12	<i>Quinqueloculina cf. semistriata</i>								11	15	5	23	8			2				
13	<i>Quinqueloculina pseudoreticulata</i>	2							5	5	3	25	9	1	17	3	2	2		
14	<i>Quinqueloculina philippinensis</i>									1										
15	<i>Quinqueloculina poeyana</i>								6	4	6							8		
16	<i>Asterorotalia trispinosa</i>	48	132	73		95	42	40	15	37	53	89	83	63	73	223	237	167	83	
17	<i>Parahauerinoides</i> sp.1					4		2		2										
18	<i>Quinqueloculina</i> sp.1						21	2		7		4								
19	<i>Quinqueloculina</i> sp.2							4												
20	<i>Parahauerinoides</i> sp.3							1			3									
21	<i>Triloculina tricarinata</i>		13			3	3	8	8	8			4				1	7	5	
22	<i>Spiroloculina canaliculata</i>					4	2	5	9				6	6			3	5		
23	<i>Spiroloculina</i> sp.1	3				3														
24	<i>Tawitawia</i> sp.	1				1					1									4

No	Spesies Foraminifera	Kedalaman 0-5 meter				Kedalaman 6-10 meter				Kedalaman 11-15 meter				Kedalaman 16-20 meter							
		TB-0	TB-02	TB-03	TB-04	TB-05	TB-06	TB-07	TB-08	TB-09	TB-10	TB-11	TB-12	TB-13	TB-14	TB-15	TB-16	TB-17	TB-18	TB-19	TB-20
25	<i>Quinqueloculina seminulum</i>		9				7	4		3		8	5				1				
26	<i>Lachlanella compressiostoma</i>					7	1	3											1		
27	<i>Haplophragmoides</i> sp.1				2	7			13			17			2		4	5	7		
28	<i>Rotalia</i> sp.2		199	26	9	35	28	9	25	48		72	28	19	9	23	7	20			
29	<i>Parahauerinoides</i> sp.2				23										23						
30	<i>Rosalina</i> sp.				1										1			7			
31	<i>Ammobaculites</i> sp.			11	2										2						
32	<i>Bathysiphon</i> sp.				4										4						
33	<i>Spiroloculina</i> sp.2					2		6					5	5					13	3	
34	<i>Haplophragmoides</i> sp.2																		7	5	
35	<i>Quinqueloculina</i> sp.3		9				8	3	19	3		3				5				3	
36	<i>Haplophragmoides</i> sp.3				12		3								12					1	
37	<i>Textularia</i> sp.			1													1				
38	<i>Elphidium</i> sp.2								2												
39	<i>Haplophragmoides</i> sp.4																				2
40	<i>Elphidium gunteri</i>		11		8	6	14	2			8				8						
41	<i>Elphidium</i> sp.3					3		5	5		5	3	1	3							
42	<i>Elphidium</i> sp.4				7		11	2				5			7						
43	<i>Quinqueloculina</i> sp.4							1													
44	<i>Quinqueloculina</i> sp.5						3	1			9	7	1	3		1					
45	<i>Quinqueloculina</i> sp.6					2	4	2	4			5									
46	<i>Lachlanella parkeri</i>			5			4	5	5				2	2		10					
47	<i>Elphidium</i> sp.5			13							8	5									
48	<i>Ammonia beccarii</i>					3															

No	Spesies Foraminifera	Kedalaman 0-5 meter			Kedalaman 6-10 meter			Kedalaman 11-15 meter			Kedalaman 16-20 meter											
		TB-01	TB-02	TB-03	TB-04	TB-05	TB-06	TB-07	TB-08	TB-09	TB-10	TB-11	TB-12	TB-13	TB-14	TB-15	TB-16	TB-17	TB-18	TB-19	TB-20	
49	<i>Haplophragmoides</i> sp.5												14	25								
50	<i>Quinqueloculina</i> sp.7							3	2			4	2	2								
51	<i>Cribonionon simplex</i>			1	9		3	2	4						9							
52	<i>Florilus</i> sp.				5			3		1					5							
53	<i>Elphidium</i> sp.6						3	2													2	5
54	<i>Flinina bradyana</i>																	3				
55	<i>Amphistegina radiata</i>									7	5							1				
56	<i>Hauerina orientalis</i>																	8				
57	<i>Trochammmina nana</i>				138		14								46	65	138	2	3	10	22	
58	<i>Spirulina</i> sp.																	3				
59	<i>Cibicides</i> sp.		2															1				
60	<i>Spiroloculina</i> sp.3		7	2					2			4										
61	<i>Ammonia</i> sp.								1													
62	<i>Quinqueloculina reticulata</i>								1													
63	<i>Quinqueloculina</i> sp.8								3													
64	<i>Quinqueloculina</i> sp.9																					
65	<i>Quinqueloculina</i> sp.10							3														
66	<i>Protoschista findes</i>																					

kedalaman 200 m. Berdasarkan ketentuan Mendes *et al.* (2004), indeks keanekaragaman titik pengambilan sampel sedimen Teluk Balikpapan dapat dikatakan bervariasi, dari yang terendah yaitu 0,693 dan tertinggi 3,378 (Tabel 3). Berdasarkan hasil penelitian Boltovskoy and Wright (1976) menunjukkan bahwa penurunan tingkat kecerahan akan mempengaruhi indeks keanekaragaman jenis foraminifera benthik. Penurunan kadar DO terjadi akibat berkurangnya jumlah tumbuhan air yang berpengaruh terhadap distribusi dan kemelimpahan foraminifera benthik. Baku mutu kadar DO bagi biota laut berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2004 adalah lebih dari 5 mg/L. Tingginya nilai turbiditas (kekeruhan) akan berpengaruh pada aktivitas fotosintesis tumbuhan air dalam menghasilkan nutrisi dan oksigen guna mencukupi kebutuhan foraminifera benthik yang akan berpengaruh terhadap pembentukan sedimen dan penentu kualitas perairan (Boyd *et al.*, 2002). Nilai turbiditas titik pengambilan sampel pada penelitian ini berkisar antara 0,18-4,22 NTU (Tabel 2). Nilai tersebut dianggap baik bagi kehidupan laut biota laut karena kurang dari 5 NTU (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, 2004).

Indeks pemerataan yang diperoleh pada perairan Teluk Balikpapan berkisar antara 0,319-0,953. Nilai indeks pemerataan 0 berarti rendah dan nilai indeks pemerataan 1 berarti tinggi (Drinia *et al.*, 2004; Burone and Pires-vanin, 2006). Nilai tersebut menunjukkan persebaran foraminifera benthik di perairan Teluk Balikpapan tidak merata pada saat pengambilan sampel sedimen yang dapat dipengaruhi oleh faktor kedalaman dan arus perairan. Lokasi dengan kedalaman kurang dari 5 m umumnya sangat dipengaruhi oleh arus perairan, sehingga foraminifera benthik dapat tersebar merata (Gustiani *et al.*, 2005). Penurunan populasi foraminifera benthik mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas perairan bagi pertumbuhan dan proses kalsifikasi terumbu karang (Hallock *et al.*, 2003). Secara umum, peningkatan level kedalaman akan mengurangi jumlah dan jenis foraminifera benthik (Murray, 2006). Rositasari (2011) dalam hasil penelitian perairan Teluk Jakarta menyatakan bahwa pengaruh sedimentasi daratan dan kedalaman laut berbanding terbalik dengan jumlah foraminifera.

Nilai korelasi Pearson adalah nilai yang menyatakan hubungan antara keanekaragaman dengan param kualitas perairan Teluk Balikpapan (Gambar 1). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerahan, turbiditas, DO, dan COD (Rositasari 2006; Renema, 2008), serta pH (Nooijer *et al.*, 2009) akan mempengaruhi keragaman foraminifera benthik. Hasil perhitungan korelasi Pearson menunjukkan terdapat hubungan yang kuat antara faktor fisika perairan laut dengan keragaman spesies foraminifera di Perairan Teluk Balikpapan (0,81-0,99).

SIMPULAN

Teluk Balikpapan memiliki tingkat keanekaragaman yang tidak stabil akibat pengaruh kedalaman,

kecerahan, temperatur, pH, turbiditas, salinitas dan DO, dengan nilai korelasi Pearson 0,81-0,99. Spesies dominan pada perairan tersebut adalah *Asterorotalia trispinosa* dengan jumlah 1553 spesimen.

KEPUSTAKAAN

- Adisaputra, M.K., M. Hendrizon. 2011. Foraminifera Perairan Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur : Lingkungan Pengendapan dan Pengaruhnya. *J. Geologi Kelautan* 9(2): 119-134.
- Auliaherliaty, K.T. Dewi, Y.A. Priohandono. 2004. Foraminifera di Teluk Sepi-Blongas, Lombok Selatan, Nusa Tenggara Barat dan Kaitannya dengan Faktor Lingkungan. *J. Geologi Kelautan*. 2(3): 1-8.
- Bakus, J.G. 1990. *Quantitative Ecology and Marine Biology*. Departement of Biological Sciences. University of Southern California. Los Angeles.
- Barker, R.W. 1960. *Taxonomic Notes*. Paleontologi. USA.
- Boltovskoy, E., R. Wright. 1976. *Recent Foraminifera*. Dr. W. Junk b.v. Publishers-The Hague. Buenos Aires.
- Boyd, C.E., C.W. Wood, T. Thunjai. 2002. *Aquaculture Pond Bottom Soil Quality Management*. Pond Dynamic/ Aquaculture Collaborative Research Support Programe. Oregon State University. Oregon.
- Brouillette, E. 2009. *An Experiment Approach to Understand The Responses of Benthic Foraminifera to Cd, Pb, Hg and Zn*. Thesis paper. The University of Georgia. 80p.
- Buosi, C., F. Frontalini, S. Da Pelo, A. Cherchi, R. Coccioni, and C. Bucci. 2010. *Foraminiferal Proxies for Environmental Monitoring in The Polluted Lagoon of Santa Gilla (Cagliari, Italy)*. *Present Environment and Sustainable Development* 14: 91-103.
- Burone, L., A.M.S. Pires-vanin. 2006. *Foraminiferal Assemblages in Ubatuba Bay, South-Eastern Brazilian Coast*. *Scientia Marina* 70: 203-217.
- Burone, L., P. Valente, A.M.S. Pires-Vanin, S.H. De Mello, E. Sousa, M.M. Mahiques, E. Braga. 2007. *Benthic Foraminiferal Variability on a Monthly Scale in a Sub-Tropical Bay Moderately Affected by Urban Sewage*. *J. Scientia Marina* 71(4): 775-792.
- Colon, M.M., P. Hallock. 2010. *Pre-liminary Survey on Foraminiferal Responses to Pollutants in Torrecillas Lagoon Puerto Rico*. *Caribbean J. Sci.* 46(1): 106-111.
- Denoyelle, M., F.J. Jorissen, D. Martin, F. Galgani, J. Mine. 2010. *Comparison of Benthic Foraminifera and Macrofaunal Indicators of The Impact of Oil Based Drill Mud Disposal*. *J. Marine Pollution Bulletin* 60(11): 2007-2021.
- Dewi, K.T., E. Saputro. 2013. *Sebaran Spasial Foraminifera dalam Kaitannya dengan Kedalaman Laut dan Jenis Sedimen di Teluk Bone, Sulawesi Selatan*. *J. Geologi Kelautan* 11(3): 165-174.

- Drinia, H., A. Antonarakou, N. Tsaparas. 2004. Diversity and Abundance Trends of Benthic Foraminifera from The Southern Part of The Iraklion Basin, Central Crete. *Bulletin of The Geological Society of Greece* 15: 772-781.
- Geslin, E., J.P. Debenay, W. Duleba, and C. Bonetti. 2002. Morphological Abnormalities of Foraminiferal Tests in Brazilian Environments: Comparison Between Polluted and Non-Polluted Areas. *J. Marine Micropalaentology* 45: 151-168.
- Gustiani, L., K.T. Dewi, E. Usman. 2005. Foraminifera di Perairan Sekitar Bakauheni, Lampung (Selat Sunda Bagian Utara). *J. Geologi Kelautan* 3(1): 10-18.
- Gustiani, L., E. Usman. 2008. Distribusi Foraminifera Bentik sebagai Indikator Kondisi Lingkungan di Perairan Sekitar Pulau Batam-Riau Kepulauan. *J. Geologi Kelautan* 6(1): 43-52.
- Hallock, P., B.H. Lidz, E.M. Cockey-Burkhard, K.B. Donnelly. 2003. Foraminifera a Bioindicators in Coral Reef Assessment and Monitoring: The Foraminiferal Index. *Environmental Monitoring and Assessment J.* 18: 221-238.
- Loeblich, R., Tappan. 1994. Foraminifera of The Sahul Shelf and Timor Sea. *Departement of Earth and Space Sciences. University of California. Los Angeles.*
- Mendes, I., R. Gonzalez, J.M.A. Dias, F. Lobo, V. Martins. 2004. Factors Influencing Recent Benthic Foraminifera Distribution on The Guardiania Shelf (Southwestern Iberia) *J. Marine Micropaleontology* 51: 171-192.
- Mojtahid, M., F. Jorissen, J. Durrieu, F. Galgani, H. Howa, F. Redois, R. Camps. 2006. Benthic Foraminifera as Bioindicators of Drill Cutting Disposal in Tropical East Atlantic Outer Shelf Environments. *J. Marine Micropalaentology* 61(1-3): 58-75.
- Murray, J.W. 2006. *Ecology and Application of Benthic Foraminifera.* Cambridge University Press: Cambridge.
- Natsir, S.M. 2010. Distribusi Foraminifera Bentik Resen di Perairan Lombok. *Biosfera* 27(2): 95-102.
- Nooijer, L.J., G. Langer, G. Nehrke, J. Bijma. 2009. Physiological Controls on Seawater Uptake and Calcification in The Benthic Foraminifer *Ammonia tepida*. *Biogeosciences* 6: 2669-2675.
- Noortiningsih, I.S. Jalip, S. Handayani. 2008. Keanekaragaman Makrozoobentos, Meiofauna, dan Foraminifera di Pantai Pasir Putih Barat dan Muara Sungai Cikamal Pangandaran, Jawa Barat. *Vis Vitalis* 1(1): 34-42.
- Nurruhwati, I., Kaswadji, R., Bengen, D.G., Isnaniawardhani. 2012. Kelompok Foraminifera Bentik Resen Berdasarkan Komposisi Dinding Cangkang di Perairan Teluk Jakarta. *J. Akuatik* 3(2): 190-197.
- Renema, W. 2008. Habitat Selective Factors Influencing The Distribution of Larger Benthic Foraminiferal Assemblages Over The Kepulauan Seribu. *Marine Micropaleontology* 68: 286-298.
- Rositasari, R. 2006. Komposisi Jenis Foraminifera dan Kemunculan Cangkang Abnormal pada *Ammonia beccarii* di Teluk Jakarta Sebagai Indikator Lingkungan Tercemar. *J. Ilmu Kelautan* 11(2) : 1-5.
- Rositasari, R. 2011. Karakteristik Komunitas Foraminifera di Perairan Teluk Jakarta. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 3(2): 100-111.
- Toruan, L.N.L., D. Soedharma, K.T. Dewi. 2013. Komposisi dan Distribusi Foraminifera Bentik di Ekosistem Terumbu Karang pada Kepulauan Seribu. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 5(1): 1-16.
- Vilela, C.G., D.S. Batista, J.A.B. Neto, M. Crapez, J.J. Mcallister. 2004. Benthic Foraminifera Distribution in High Polluted Sediments from Niteroi Harbor (Guanabara Bay), Rio de Jenerio, Brasil. *J.of Anais da Academia Brasileira de Ciencias* 76(1): 161-171.
- www.ppkkp3k.kkp.go.id/ver3/media/download/RE_keputusan-menteri-negara-lingkungan-hidup-nomor-51-tahun-2004_20141008143942. 2012. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup 2004, [Online]. Available:"http://www.ppkkp3k.kkp.go.id/ver3/media/download/RE_keputusan-menteri_negara_lingkungan-hidup-nomor-51-tahun-2004_20141008143942"[12 November 2016].
- Yamano, H., T. Miyajima, I. Koike. 2000. Importance of Foraminifera for The Formation and Maintenance of a Coral San Cay : Green Island, Australia. *Coral Reefs* 18: 51-58.
- Yassini, I., B.G. Jones. 1995. Foraminifera and Ostracoda From Estuarine and Shelf Environments On The Southeastern Coast of Australia. Australia.