

RESPON MIKROFAUNA (OSTRACODA) TERHADAP KONDISI LINGKUNGAN SEKITAR PULAU BANGKA, SULAWESI UTARA

THE RESPOND OF MICROFAUNA (OSTRACODA) TO MARINE ENVIRONMENTAL CONDITION OFF BANGKA ISLAND, NORTH SULAWESI

Kresna Tri Dewi, Godwin Latuputty, Yusuf Adam Priohandono, dan Catur Purwanto

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjuna 236, Bandung-40174, Indonesia
Email: kt dewi2004@yahoo.com

Diterima : 22-06-2017, Disetujui : 29-08-2017

ABSTRAK

Ostracoda merupakan kelompok mikro-organisme yang dapat terawetkan dalam sedimen dasar laut, termasuk dasar perairan sekitar Pulau Bangka, Sulawesi Utara. Pulau ini terkenal akan keindahan alam bawah laut dan penambangan bijih besi di kawasan pesisir. Perubahan lingkungan di pesisir tersebut secara tidak langsung berpengaruh terhadap kondisi dasar perairan laut sebagai habitat biota. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon ostracoda terhadap perubahan lingkungan perairan tersebut. Studi ini menggunakan 10 sampel sedimen dasar laut hasil cucian dilanjutkan dengan analisa mikropaleontologi (tahap penjentikan, identifikasi spesies, penghitungan spesimen dari setiap spesies, pengolahan data, dokumentasi spesimen) dan analisa sedimentologi (SEM-EDX). Keterdapatannya *Bairdopillata*, *Neonesidea*, *Paranesidea* dan *Quadracythere* (BL16-010) yang hidup berasosiasi dengan kondisi terumbu karang mencerminkan suatu perairan dalam kondisi cukup bagus. Di titik lokasi lain (BL16-015 dan BL16-030) ditemukan mikrofauna dengan cangkang abnormal (rusak, kehitaman) yang mengandung C (59-86%), Al_2O_3 (2%), SiO_2 (1-7%), dan MnO (2%). Dijumpainya cangkang abnormal merupakan salah satu respon mikrofauna terhadap perubahan lingkungan di daerah penelitian.

Kata Kunci: ostracoda, cangkang abnormal, SEM-EDX, Pulau Bangka, Sulawesi Utara

ABSTRACT

*Ostracoda is a group of micro-organism that could be preserved in marine sediments, including on the seafloor of Bangka Island, North Sulawesi. This island is famous as beautiful underwater place and iron mining in the coastal area. The environmental changes in the coastal area indirectly influence the seafloor condition as biotic habitats. The purpose of this study is to know the response of ostracoda to this coastal environmental change. This study used ten washed residue of surface sediment samples followed by micropaleontological analysis (picking, identification of species, specimen calculation every species, data processing, specimen documentation), and sedimentological analysis (SEM-EDX). The occurrences of *Bairdopillata*, *Neonesidea*, *Paranesidea* dan *Quadracythere* (BL16-010) that associated with coral reef communities reflect a good marine condition. In another sampling location (BL16-015 and BL16-030), it is found abnormal microfaunas (broken, blackish) that composed of C (59-86%), Al_2O_3 (2%), SiO_2 (1-7%), and MnO (2%). The finding of these abnormal shells is one of the microfaunal response to environmental changes in the study area.*

Keywords : ostracoda, abnormal shell, SEM-EDX, Bangka Island, North Sulawesi

PENDAHULUAN

Ostracoda termasuk kelompok mikro-organisme berukuran rata-rata 1 mm yang dapat terawetkan dalam sedimen dasar suatu perairan baik perairan tawar, payau maupun asin. Di perairan payau dan laut dangkal yang berdekatan

dengan daratan, ostracoda banyak digunakan sebagai indikator perubahan lingkungan dengan biaya rendah. Hal ini berdasarkan pada sebaran ostracoda yang luas, mudah dikoleksi dari sedimen dasar perairan, mempunyai respon terhadap polutan melalui densitas, diversitas dan komposisi

kimiawi dari cangkang ostracoda yang mudah dianalisa (Ruitz dkk. 2005; Schornikova dkk., 2014; Irizuki dkk., 2014 dan 2015). Mereka menguraikan secara lengkap beberapa hasil penelitian ostracoda terkait dengan dampak antropogenik, seperti pencemaran minyak, logam berat, limbah industri, eutrofikasi air, dinamika air di sekitar dasar perairan dan lain-lain. Pascual dkk. (2002) mengelompokkan sejarah perubahan lingkungan berdasarkan kelimpahan ostracoda dan foraminifera dalam kurun waktu 3.800 tahun yang lalu di estuari bagian dalam dari Teluk Becay, Spanyol. Sedangkan tingginya kandungan logam berat (As dan Pb) dalam sedimen berpengaruh terhadap morfologi cangkang dari foraminifera khususnya *Ammonia* menjadi berukuran lebih kecil/kerdil atau keras bagian umbilikus dan suturnya. Bergin dkk. (2006) melakukan studi yang serupa di Teluk Ismir, Aegean. Hasilnya menunjukkan bahwa kelimpahan spesies tertentu dari ostracoda dan foraminifera di bagian dalam teluk menurun dengan meningkatnya kandungan logam berat Hg, Cu, Ni, Mn dalam sedimen. Baskar dkk. (2014) mendeteksi perbedaan persentasi kandungan C, O, Mg, Al, Si, Cl, K dan Ca dari lima spesies cangkang ostracoda khusus dari genus *Loxococoncha*.

Respon mikrofauna tersebut tidak terbatas pada kelimpahan dan cangkang abnormal namun juga dapat dilihat dari kandungan kimia dan perubahan warna cangkang. Dewi (2014), Dewi dkk., (2015 dan 2016) menggunakan mikrofauna (ostracoda dan foraminifera) terkait perubahan lingkungan di perairan sekitar Delta Berau, Pulau Bangka, Sumatera dan Teluk Lampung. Cangkang abnormal di sekitar Delta Berau berkaitan dengan adanya transportasi batubara. Melimpahnya cangkang abnormal di sekitar Pulau Bangka berkaitan dengan penambangan pasir laut yang mempengaruhi kecerahan perairan, ketersediaan makanan dan pencemaran di perairan laut. Sedangkan dijumpainya cangkang abnormal di sekitar Teluk Lampung kemungkinan berkaitan dengan perubahan kondisi dasar laut yang dikeruk untuk memperdalam alur pelayaran. Menurut Sridhar dkk., (2015) yang melakukan penelitian serupa terhadap tujuh spesies ostracoda dalam sedimen di bagian timur Rameswaram, India, bahwa kandungan kimia (C, O, Na, Mg, Al, Si, Cl dan Ca) cukup bervariasi dan berkaitan dengan sumber pencemarnya. Persentase tertinggi dimiliki oleh kandungan oksigen (66,56%) yang diikuti oleh karbon (31,97%) dan kalsium (28,57%) serta yang lainnya dalam jumlah tidak signifikan.

Sedangkan bentuk abnormal dari morfologi foraminifera dapat mengindikasikan ada keterkaitan dengan logam berat (Zn, Fe, Pb, dan Zn) yang masuk kedalam kerangka cangkangnya. Dengan metode yang sama, maka penelitian ini dilakukan terhadap spesimen ostracoda dalam sedimen dasar perairan sekitar Pulau Bangka, Sulawesi Utara.

Pulau Bangka merupakan salah satu dari pulau-pulau kecil yang terdapat di perairan Sulawesi Utara dan berhadapan langsung dengan Laut Maluku, bagian tenggara Samudera Pasifik. Pulau ini tidak setenar Pulau Bunaken sebagai destinasi wisata bahari, namun beberapa tahun terakhir pulau ini menjadi terkenal setelah adanya kegiatan penambangan bijih besi yang akhirnya ditutup oleh pemerintah daerah. Kegiatan pengalihan fungsi lahan di kawasan pesisir dari kawasan hutan bakau menjadi kawasan kegiatan manusia terutama terjadi di bagian barat pulau. Kegiatan tersebut meliputi lokasi penambangan, pembangunan pelabuhan, dan lainnya yang secara tidak langsung berpengaruh terhadap ekosistem perairan laut, termasuk biota yang hidup di dasar laut seperti ostracoda.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menginventarisasi komponen sedimen khususnya ostracoda di perairan sekitar Pulau Bangka, Sulawesi Utara dengan tujuan untuk mengetahui respon ostracoda terhadap perubahan lingkungan di dasar perairan.

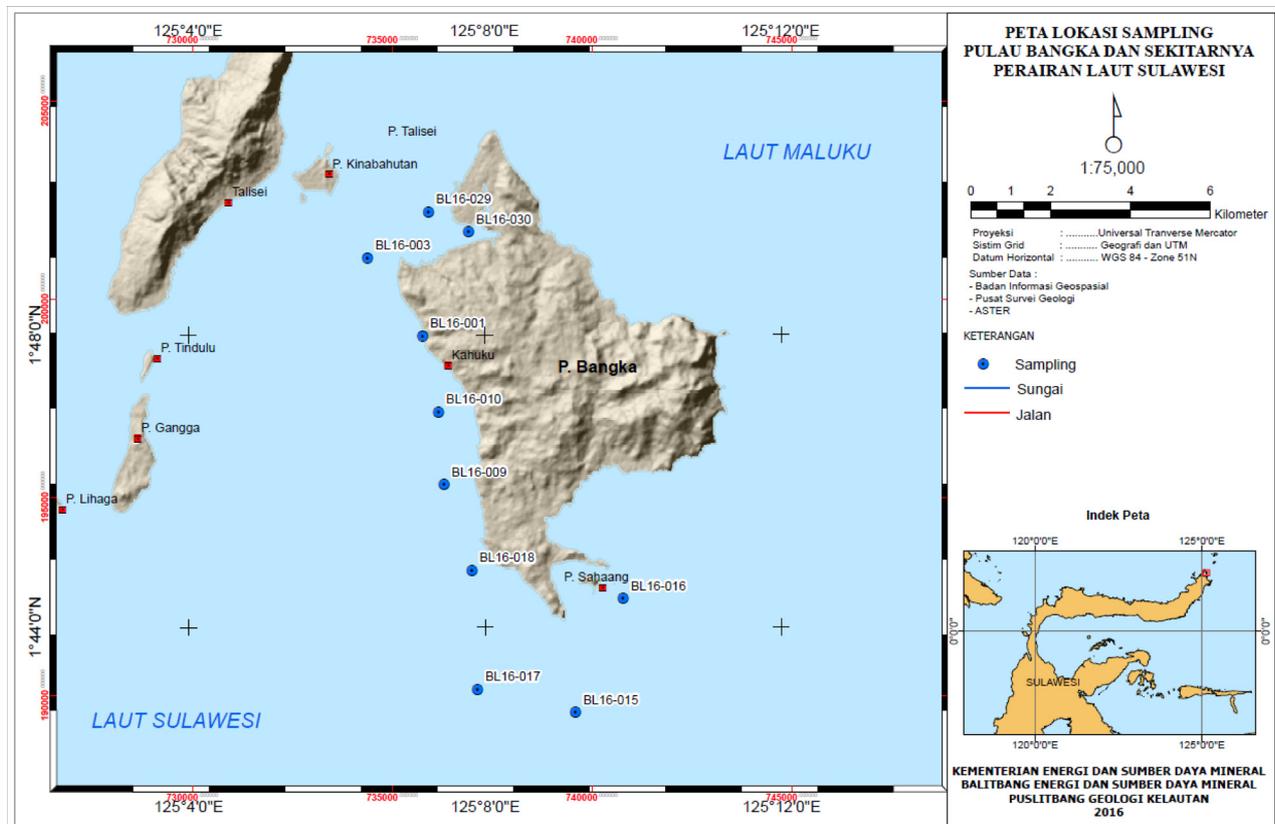
METODE

Pengambilan sampel sedimen di sekitar Likupang dan Pulau Bangka, Sulawesi Utara menggunakan pemercontoh comot oleh Tim Kegiatan Penelitian Lingkungan Geologi Kelautan dalam Rangka Mewujudkan Sumberdaya Energi Dan Mineral Kelautan yang Berkelanjutan pada tahun 2016. Dari kegiatan tersebut diperoleh 35 sampel sedimen dasar laut dan sepuluh sampel sedimen yang sangat berdekatan dengan Pulau Bangka digunakan untuk penelitian ini (Gambar 1).

Setiap sampel (50 gram) sedimen dicuci menggunakan ayakan 2, 3 dan 4 phi, kemudian dikeringkan dalam oven dan diperoleh sampel sedimen hasil cucian (*washed residue*). Analisis ostracoda menggunakan mikroskop binokuler meliputi penjentikan spesimen, identifikasi hingga tingkat genus/spesies, penghitungan spesimen dari setiap spesies. Pengolahan data menggunakan peranti lunak PAST (PAleontological STatistic) dari Hammer dkk.,(2001) dan dokumentasi

menggunakan mikroskop Nikon SMZ 1500 yang telah dilengkapi dengan peranti lunak *NIST Element*. Identifikasi ostracoda menggunakan acuan dari Yassini dan Jones (1994) dan Titterton dan Whatley (2006). Pengolahan data

spesimen ostracoda, foraminifera dan sponge yang mempunyai kenampakan abnormal (kecoklatan-kehitaman dan rusak atau tidak utuh) melalui analisis SEM -EDX (*Scanning Electron Microscope* yang dilengkapi dengan *Energy-dispersive X-ray*



Gambar 1. Lokasi sampel sedimen untuk studi ostracoda

menggunakan peranti lunak dari Hammer dkk. (2001) terhadap jumlah individu/spesimen setiap spesies ostracoda dari setiap titik lokasi untuk memperoleh nilai indeks keanekaragaman (H') dari Shannon dan Wiever (1949 dalam Clearly dkk., 2005), dominansi (D) dan keseragaman (E) dari Pielou dkk., (1975 dalam Clearly dkk., 2005). Keanekaragaman atau diversitas merupakan variasi spesies yang terdapat pada suatu sampel dengan kriteria $H' \leq 1$: keanekaragaman rendah; $1 < H' < 3$: keanekaragaman sedang dan $H' \geq 3$: keanekaragaman tinggi. Indeks dominansi untuk mengetahui tidak ada taksa yang dominan mempunyai nilai $D < 0.5$ dan jika ada taksa yang dominan mempunyai nilai $D > 0.5$. Indeks keseragaman (E) menunjukkan kesempatan hidup suatu taksa biota dalam suatu populasi, jika $E < 4$ menunjukkan nilai keseragaman populasi rendah; nilai keseragaman sedang ($0.4 < E < 0.6$) dan nilai keseragaman tinggi ($E > 0.6$). Pengujian laboratorium sedimentologi dilakukan terhadap 10

spectrometer di Laboratorium Geologi Kuartar, Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, KESDM.

HASIL

Tubuh ostracoda terdiri dari bagian lunak yang dilindungi oleh bagian keras (cangkang) yang tersusun dari unsur gampingan dan dapat terawetkan dalam sedimen. Cangkang ini dapat ditemukan dalam bentuk setangkup yang terdiri dari dua *valve* (*carapace*) atau sudah terpisah (*valve*) dan satu *carapace* dihitung sebagai 2 *valves*/spesimen. Sedimen dasar laut di sekitar Pulau Bangka umumnya terdiri dari partikel gampingan yang berwarna opak kecoklatan, ukuran bervariasi dari berbutir halus hingga kasar. Diantara partikel sedimen tersebut dijumpai ostracoda, foraminifera, moluska, pecahan koral, sponge spikula dan lain-lain. Jumlah cangkang ostracoda ini lebih sedikit dibandingkan dengan kelompok mikroorganisme lain seperti foraminifera

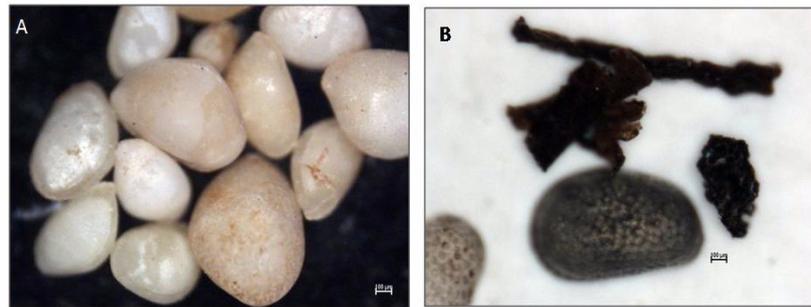
Cangkang ostracoda dijumpai di semua sampel yang dianalisis dalam jumlah yang bervariasi dari satu spesimen hingga lebih dari 300 spesimen. Hasil identifikasi hingga tingkat genus, dijumpai 34 genera ostracoda dan satu genera belum teridentifikasi disebabkan oleh kedudukan taksonominya yang belum jelas. Beberapa genera mendominasi daerah penelitian yaitu *Bairdopillata*, *Paranesidea*, *Neonesidea* yang merupakan anggota famili Bairdiidae dan *Quadracythere* (Tabel 1). Kehadiran genera tersebut dapat dikaitkan dengan ekosistem terumbu karang dalam kondisi cukup bagus.

Titik lokasi BL16-001 terletak sangat berdekatan dengan garis pantai dan hanya satu spesimen ostracoda ditemukan diantara partikel gampingan berwarna kecoklatan. Namun foraminifera benthik dijumpai cukup melimpah dengan kondisi pengawetan cangkang abnormal yaitu cangkang kurang bagus hingga buruk, seperti hiasan cangkang rusak, sutera terisi oleh partikel sedimen dan berwarna kegelapan.

Titik lokasi BL16-010 terletak di lepas pantai mengandung cangkang ostracoda yang sangat melimpah (>50 spesimen) dan bervariasi dengan 26 spesies ostracoda. Beberapa genus diantaranya hanya ditemukan dalam jumlah sangat sedikit (1 spesimen) yaitu *Baltracella*, *Caudoleptocythere*, *Leptocythere*, *Loxoconchella*, *Macrocypris*, *Paracytheridea*, *Saida* yang tidak ditemukan di titik lokasi lainnya kecuali *Paracytheridea* masih ditemukan di BL-29 dan BL-30. Kedua titik lokasi ini sangat cocok bagi kehidupan ostracoda dan tidak ada spesies /genus yang mendominasi dan masing-masing spesies/genus mempunyai kesempatan hidup yang sama.

Titik Lokasi BL16-015 terletak diantara Pulau Bangka dan daratan Sulawesi hanya mengandung tiga genera ostracoda yang didominasi oleh *Neonesidea* dan pada umumnya dijumpai dalam keadaan terkutup (*carapace*) atau setangkup (Gambar 2A). Berbeda dengan sampel sedimen yang lain, titik lokasi BL16-015 mengandung partikel berwarna kehitaman, berbutir halus, berbentuk hampir seragam dan sisa-sisa tanaman (material organik) serta ostracoda menjadi kotor tertutupi partikel berwarna kegelapan (Gambar 2B).

Hasil pengolahan data berdasarkan Hammer dkk.,(2001) ditampilkan pada Tabel 2. Jumlah taksa



Gambar 2. Kondisi cangkang ostracoda di titik lokasi BL16-015 (A) dan BL16-30 (B)

antara 1 (BL16-001) dan 26 (BL16-10). Jumlah spesimen/individu bervariasi dari 1 (BL-01) hingga 158 (BL16-010) yang didominasi oleh spesies ostracoda yang hidup berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang. Indeks diversitas dari Shannon mempunyai nilai antara 0 (BL16-001, BL-16) dan 2,51 (BL16-010). Nilai indeks diversitas kurang dari satu ditemukan pada 6 titik lokasi yang termasuk kedalam kelompok yang mempunyai keanekaragaman rendah ($H' < 1$). Sisanya mempunyai keanekaragaman sedang ($1 < H' < 3$) dan tidak dijumpai nilai keanekaragaman tinggi ($H' > 3$). Nilai dominansi (D) berkisar antara 0,13 (BL16-010) dan 0,75 (BL16-015) dan ada empat sampel mempunyai nilai indeks dominansi kurang dari 0,5 ($< 0,5$) yang menunjukkan bahwa tidak terdapat genus yang dominan. Dalam empat sampel lain dijumpai taksa yang dominan dengan ditunjukkan nilai dominansi lebih dari 0,5 yaitu titik lokasi BL16-009, BL16-015, BL16-017 dan BL16-018. Nilai keseragaman populasi rendah hanya dijumpai di titik lokasi BL-09 ($E < 4$); nilai keseragaman sedang ($0,4 < E < 0,6$) ditemukan di titik lokasi BL16-010 BL16-015 dan BL16-017. Sisanya mempunyai nilai keseragaman tinggi ($E > 0,6$) yang menunjukkan bahwa kehadiran setiap taksa hampir sama tidak ada taksa yang dominan.

Hasil pengujian sedimentologi terhadap 10 spesimen dari cangkang abnormal mikrofauna (ostracoda, foraminifera dan sponge spikula) menunjukkan adanya kandungan C (59-86%), MgO (<4%), Al₂O₃ (2-10%), SiO₂ (0,92- 5,05%), MnO (1, 89%), ZnO (7,35%) dan CuO (12,56%) serta CaO (11-30%) yang tersaji pada Tabel 3 dan Gambar 3. Semua spesimen yang diuji berwarna kehitaman dan mengandung C lebih dari 59%, CaO berkisar dari 11% hingga 30%. Ada satu spesimen foraminifera yang terdeteksi tidak mengandung CaO. Hanya satu spesimen ostracoda yang mengandung MnO dan tidak

Tabel 1. Ostracoda di perairan sekitar Pulau Bangka, Sulawesi Utara

No	Spesies ostracoda	Nomor titik lokasi pengambilan sampel sedimen									
		BL-16-001	BL-16-003	BL-16-009	BL-16-010	BL-16-015	BL-16-016	BL-16-017	BL-16-018	BL-16-029	BL-16-030
Kedalaman (m)		2.7	3.2	33	35	61	23	20	42	25	7
1	<i>Aurila</i> sp.		3		5						
2	<i>Bairdopillata paraalcyanicola</i>		18	7	3	3	1+2*	14	8	3	1*
3	<i>Baltraella hanai</i>				1						
4	<i>Bicornucythere</i> sp.				5						
5	<i>Bythocytheropteron alatum</i>				1						
6	<i>Caudites</i> sp.									1	1
7	<i>Caudoleptocythere</i> sp.				1						
8	<i>Cytherelloidea</i> sp.				8						2
9	<i>Cytheroma</i> sp.									2	
10	<i>Cytheropteron alatum</i>	1		1						1	
11	<i>Echinocythereis</i> sp.				2						
12	<i>Keijia demissa</i>										1
13	<i>Leptocythere</i> sp.				1						
14	<i>Loxoconcha lilljeborgii</i>			3	2				2	2	1
15	<i>Loxoconcha</i> sp.										1*
16	<i>Loxoconchella</i> sp.				1*						
17	<i>Macrocypris decora</i>			2	1					4	
18	<i>Mckenziertia</i> sp.				6						
19	<i>Mutilus splendideornatus</i>				2+1*						
20	<i>Mutilus (Auradilus)</i> sp.				1					1	1+1*
21	<i>Myocyprideis</i> sp.										1
22	<i>Alocopocythere</i> sp.				7						
23	<i>Neonesidea schulzi</i>		8	99+4*	21	21+1*					
24	<i>Neonesidea paragierloffii</i>			28+4*2	8						
25	<i>Oculocytheropteron</i> sp.				2						
26	<i>Paracytheridea remanei</i>				1					1	1
27	<i>Paranesidea corbita</i>		1	6	30+1*	2				4	1
28	<i>Paranesidea</i> sp.				8						
29	<i>Pistocythereis</i> sp.		2								4
30	<i>Quadracythere (Tenedocythere) deltoidea</i>		5	3	24	1		1		7	
31	<i>Saida torresi</i>				1						
32	<i>Tanella gracilis</i>				4						
33	<i>Xestoleberis</i> sp. 1		2		8					2	
34	<i>Xestoleberis</i> sp. 2							2			
35	<i>Unidentified species</i>				3						

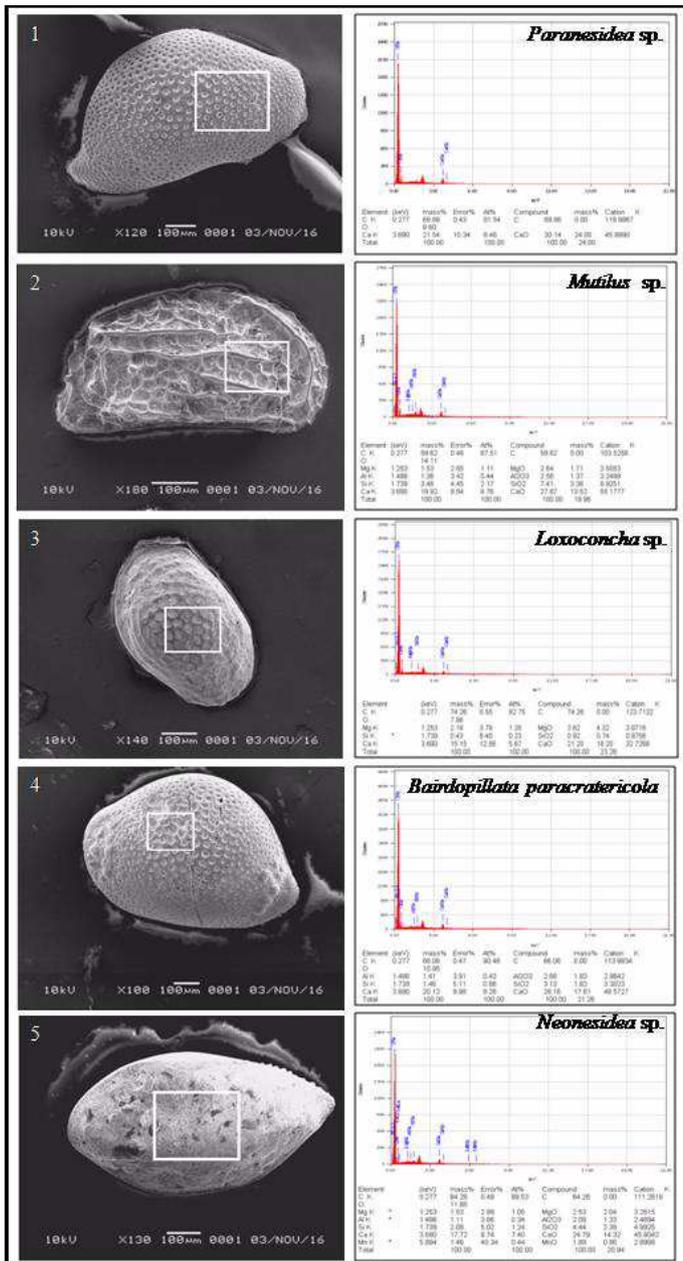
* cangkang abnormal

Tabel 2. Hasil perhitungan kuantitatif data ostracoda di perairan sekitar P. Bangka, Sulawesi Utara

Hasil perhitungan	Nomor titik lokasi sampling									
	BL-16-001	BL-16-003	BL-16-009	BL-16-010	BL-16-015	BL-16-016	BL-16-017	BL-16-018	BL-16-029	BL-16-030
Jumlah taksa	1	7	8	28	4	1	3	2	11	10
Jumlah individu	1	39	157	158	28	3	17	10	28	15
Indeks Shannon (H')		1.54	0.63	2.51	0.49		0.58	0.50	2.18	2.15
Dominansi (D)		0.28	0.74	0.13	0.75		0.70	0.68	0.14	0.14
Keseragaman (E)		0.67	0.27	0.47	0.54		0.59	0.82	0.81	0.86

Tabel 3. Kandungan kimiawi cangkang abnormal hasil uji SEM-EDX

No.	Kandungan kimiawi cangkang mikrofauna abnormal								Spesimen mikrofauna
	CaO	MgO	C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	ZnO	CuO	
1	24,79	2,53	66,06	4,44	2,09	1,89			Ostracoda
2	28,16		86,06	3,13	2,66				
3	30,14		69,86						
4	27,87	2,54	59,62	7,41	2,56				
5	21,20	3,62	74,26	0,92					
6	25,34	2,53	72,13					Foraminifera	
7	26,66		73,34						
8			75,04	5,05		7,35	12,56		
9	27,41		72,59					Sponge	
10	11,73		78,00	10,17					



Gambar 3. Hasil uji SEM-EDX terhadap lima cangkang abnormal dari ostracoda

mengandung ZnO dan CuO. Sebaliknya ZnO dan CuO terdeteksi hanya pada satu spesimen foraminifera namun tidak mengandung MnO. Dari sponge spikula hanya terdeteksi CaO, C dan Al₂O₃.

PEMBAHASAN

Kehadiran beberapa spesies ostracoda tertentu dapat memberi informasi kondisi lingkungan perairan sekitar Pulau Bangka. Anggota famili Bairdiidae seperti *Bairdopillata*, *Neonesidea*, *Paranesidea* yang ditemukan cukup melimpah di beberapa titik lokasi menunjukkan bahwa sebagian daerah penelitian merupakan kawasan terumbu karang dengan kondisi perairan yang cukup bersih. Kolompok taksa ini juga ditemukan cukup melimpah di perairan sekitar Pulau Shortland, Kepulauan Solomon (Titterton dan Whatley, 1988). Bahkan mereka menemukan beberapa spesies baru anggota famili Bairdiidae tersebut dalam sedimen berupa pasir sangat halus hingga sedang dari pecahan koral. Kemunculan genus *Quadracythere* (*Tenedocythere*) di sekitar Pulau Bangka menunjukkan bahwa genus ini merupakan salah satu penghuni ekosistem kawasan terumbu karang seperti ditemukan di Kepulauan Solomon dan Madagaskar. Genera dari *Loxoconcha* dan *Paracytheridea* dari daerah penelitian juga ditemukan di rataan terumbu diantara partikel pasir gampingan bioklastik di dekat pantai Sanur, Bali dengan lingkungan perairan cukup jernih (Mostafawi, 2005). *Neonesidea schulzi* merupakan spesies yang ditemukan sangat melimpah baik di Bali maupun di daerah penelitian. Spesies ini mempunyai sebaran yang cukup luas, epifaunal yang hidup berasosiasi dengan alga, terumbu karang, dan fragmen koral (Mostafawi, 2005). Hal yang menarik adalah spesies ini umumnya ditemukan dalam bentuk terkatub (*carapace*) di titik lokasi BL16-015 yang terletak di selat antara Pulau Bangka dan Sulawesi. Kehadirannya dapat memberi informasi adanya suatu kondisi perubahan lingkungan yang cukup ekstrem pada waktu tertentu dan singkat, misalnya arus lebih kuat dan ostracoda merespon secara refleks untuk menutup cangkangnya dengan kuat. *Miocyprideis* sp. yang hidup di perairan payau, muncul di titik lokasi BL16-030 dalam

jumlah sangat jarang dan dapat memberi informasi adanya aliran air tawar menuju perairan laut.

Ostracoda ditemukan sangat sedikit di titik lokasi BL16-001 yang terletak berdekatan dengan pantai namun foraminifera dijumpai dalam jumlah sangat melimpah. Umumnya, cangkang foraminifera ditemukan dalam kondisi pengawetan yang cukup buruk atau cangkang abnormal yaitu bentuk morfologi tidak utuh dan hiasan cangkang cenderung hilang sehingga permukaan cangkang licin atau rata (Gambar 4). Kondisi ini memberi indikasi bahwa pada titik lokasi ini termasuk lingkungan berenergi tinggi atau kurang stabil dan kurang cocok bagi kehidupan ostracoda yang berukuran lebih kecil dari foraminifera bentuk besar (*Calcarina*, *Amphistegina*) dan mudah terbawa arus.

Di daerah penelitian, tidak diperoleh data nilai indeks keanekaragaman ostracoda yang tinggi atau >3 sebagai penunjuk kondisi lingkungan yang sangat bagus bagi kehidupan biota, termasuk ostracoda. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan beberapa faktor lingkungan seperti, jenis sedimen didominasi oleh pasir gampingan dan pecahan koral, arus, lokasi pengambilan sampel berdekatan dengan pantai sebagai lingkungan berenergi tinggi, jenis sedimen yang umumnya berupa pasir bioklastik dan kuarsa. Namun demikian titik lokasi BL16-010) cukup bagus bagi kehidupan ostracoda dengan nilai indeks diversitas 2,51. Selain itu kehadiran beberapa spesies yang hidup berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang secara tidak langsung memberi informasi kondisi bawah laut yang cukup bagus dan jernih. Titik lokasi ini kemungkinan merupakan salah satu dari 25 titik

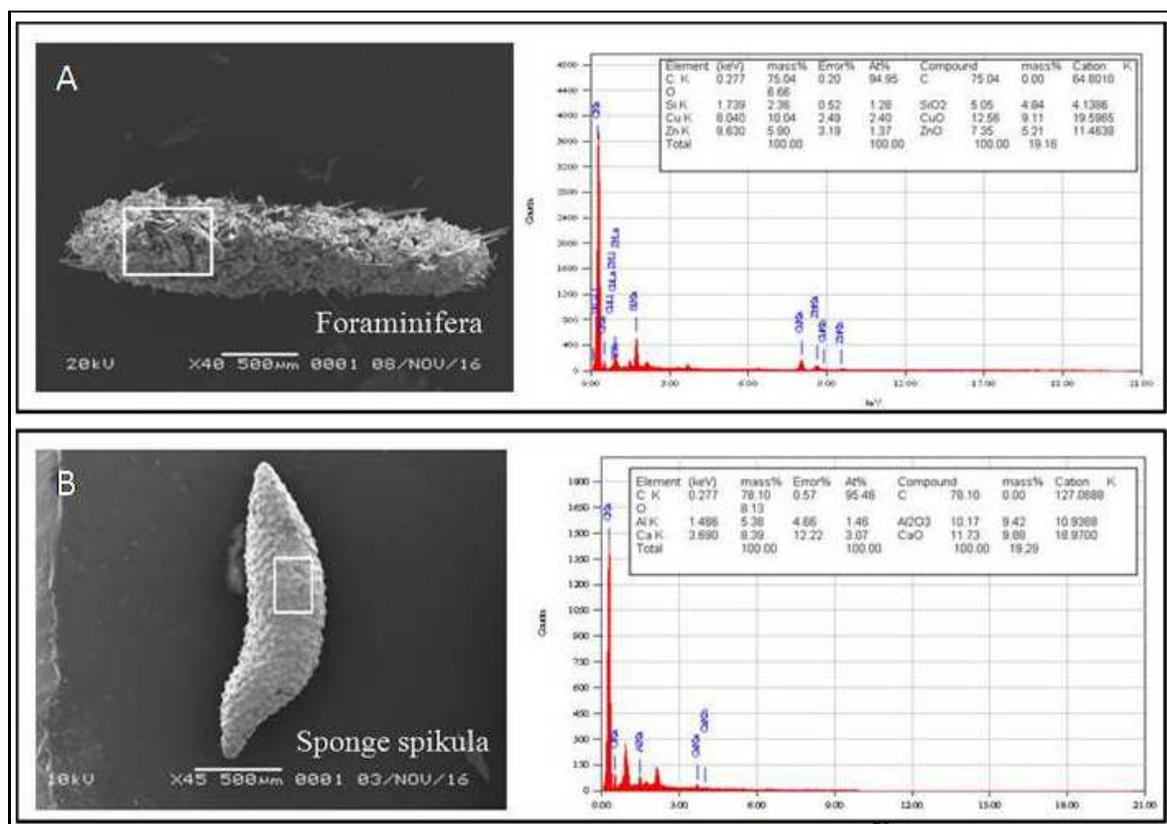


Gambar 4. Foraminifera bentik di titik lokasi BL16-001

penyelaman di sekitar Pulau Bangka (RR, 2012, <http://sulutonline.com/>)

Unsur karbon (C) terdeteksi di semua cangkang abnormal dari ostracoda, foraminifera dan sponge spikula. Karbon ini kemungkinan berasal dari batubara yang tercecer di dasar laut pada saat proses distribusi melalui laut atau berasal dari hasil pembakaran kayu dalam hal ini tanaman bakau yang banyak dijumpai di kawasan pantai. CaO terdeteksi di semua spesimen sebesar $<31\%$ kecuali foraminifera berding pasiran (Gambar 5A). CaO merupakan bagian dari unsur utama pembentuk cangkang foraminifera, ostracoda dan sponge spikula. Chivas dkk., (1986) menyatakan bahwa cangkang ostracoda mengandung sekitar 90% CaCO_3 . Aluminium oksida (Al_2O_3) terdeteksi kurang dari 4% yang kemungkinan berasal dari mineral di sekitarnya. SiO_2 muncul dengan kandungan kurang dari 8% yang terkait dengan jenis sedimen berupa pasir kuarsa. Kandungan MgO sebesar $<4\%$. MnO hanya terdeteksi dalam satu spesimen ostracoda dan yang menarik adalah salah satu spesimen foraminifera tidak mengandung CaO namun terdeteksi ZnO, CuO dan SiO_2 . Hal ini terkait dengan spesimen berding pasiran yang terbentuk dari partikel di sekitarnya. Selain C dan CaO, dari sponge spikula hanya terdeteksi Al_2O_3 yang kemungkinan berasal dari mineral dari sedimen dasar laut (Gambar 5B).

Kehadiran spesimen abnormal di daerah penyelidikan masih dalam batas rendah ($<1\%$) dibandingkan dengan spesimen abnormal di perairan sekitar P. Bangka, Provinsi Bangka-Belitung yang dapat mencapai lebih dari 50% (Dewi dkk., 2015). Namun demikian kehadirannya dapat digunakan sebagai penunjuk awal adanya perubahan lingkungan di beberapa titik lokasi pengambilan sampel sedimen tertentu yang diperlukan penelitian lebih lanjut, seperti komposisi mineral sedimen dasar laut. Hal ini untuk meyakinkan bahwa perubahan lingkungan tersebut tidak berkaitan langsung dengan kegiatan penambangan di kawasan pesisir namun lebih berkaitan dengan jenis sedimen dasar laut di sekitarnya. Hal ini karena kegiatan penambangan tersebut baru muncul beberapa tahun silam yang sedikit kemungkinan akan merusak cangkang mikrofauna secepat itu.



Gambar 5. Hasil uji SEM-EDX terhadap foraminifera dan sponge spikula

KESIMPULAN

Sampel sedimen di sekitar Pulau Bangka mengandung cangkang ostracoda yang cukup bervariasi baik dalam jenis/spesies, jumlah maupun kondisi pengawetan cangkangnya. Variasi ini dapat memberi informasi keragaman kondisi lingkungan seperti kondisi lingkungan bawah laut cukup bagus dengan kehadiran 28 spesies, khususnya didominasi oleh genera yang hidup berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang. Kondisi lingkungan berenergi tinggi ditunjukkan dengan rendahnya spesies ostracoda namun di jumpai banyak foraminifera bentuk berbentuk abnormal. Terdeteksinya cangkang ostracoda dan foraminifera abnormal (cangkang rusak, tidak utuh, berwarna kecoklatan hingga kehitaman) kandungan unsur C (59-86%) kemungkinan terkait dengan batubara/kayubakar; Al₂O₃ (2%), SiO₂ (1-7%), dan MnO (2%) berhubungan dengan jenis sedimen dasar laut. Hasil ini dapat digunakan sebagai indikator awal adanya perubahan kondisi lingkungan daerah penelitian yang berpengaruh pada habitat ostracoda. Namun belum dapat dikaitkan dengan adanya perubahan kawasan pesisir akibat penambangan bijih besi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada rekan-rekan di Kelompok Program Geologi Lingkungan dan Kewilayahan Pantai dan Laut (GLWPL), Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL) dan semua pihak atas dukungan, diskusi dan saran yang sangat konstruktif hingga tersusunnya tulisan ini.

DAFTAR ACUAN

- Baskar, K., Sridhar, S.G.D., Maniyarasan, S., Hussain, S.M. and Balakumar, S., 2014. Shell chemistry of Loxoconchidae family, Recent benthic Ostracoda, off Rameswaram, Tamil Nadu, Palk Bay, Southeast coast of India. *International Journal of Innovative Research in Science & Engineering*, 7, h.35-42
- Bergin, F., Kucuksezgin, F., Uluturhan, E., Barut, F., Meric, E., Avsar, N. and Nazik, A., 2006. The response of benthic foraminifera and ostracoda to heavy metal pollution in Gulf of Izmir (Eastern Aegean Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 66: h.368-386
- Chivas, A. R., De Deckker, P. and Shelley, J. M. G., 1986. Magnesium content of non-marine

- ostracod shells: a new palaeosalinometer and palaeothermometer. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 54: h.43-61.
- Dewi, K.T., 2014. Ostracoda from Subsurface Sediments of Karimata Strait as Indicator of Environmental Changes. *Bulletin of the Marine Geology* 29 (1): h.1-10.
- Dewi, K.T., N.Nuridin, Y.A.Priohandono dan A. Sinaga 2015. Benthic foraminifera in marine sediment related to environmental changes off Bangka Island, Indonesia. *Berita Sedimentologi* 33, h.46- 57.
- Dewi, K.T., Adhirana, I., Priohandono, Y.A., Gustiantini, L. dan Novico, F., 2016. Mikrofauna (Ostracoda) Sebagai Indikator Perubahan Lingkungan Perairan Sekitar PLTU Tarahan, Teluk Lampung, Sumatera. *Jurnal Geologi Kelautan* 14, h.1-12.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. and P.D. Ryan, 2001, *PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis: Palaeontologia Electronica*. [http:// palaeo-electronica.org/2001-1/past/issue1-01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001-1/past/issue1-01.htm).
- Irizuki T., Takimoto A., Sako M., Nomura R., Kakuno K., Wanishi A. and Kawano S., 2011. The influences of various anthropogenic sources of deterioration on meiobenthos (Ostracoda) over the last 100 years in Suo-Nada in the Seto Inland Sea, southwest Japan. *Marine Pollution Bulletin* 62 (10), h. 2030-41.
- Irizuki T., Ito, H., Sako, M., Yoshioka, K., Kawano S., Nomura, R. and Tanaka, Y., 2015. Anthropogenic impacts on meiobenthic Ostracoda (Crustacea) in the moderately polluted Kasado Bay, Seto Inland Sea, Japan, over the past 70 years. *Marine Pollution Bulletin* 91(1), h.149-59.
- Mostafawi, N., 2005. An account on the taxonomy of ostracodes from recent reefal flat deposits in Bali, Indonesia. *Revue de micropaleontologie* 48: h.123-140.
- Pascual, A., Rodriguez-Lazaro, J., Weber, O. and Jouanneau, J.M., 2002. Late Holocene pollution in the Gernika estuary (southern Bay of Biscay) evidenced by the study of Foraminifera and Ostracoda. *Hydrobiologia* 475/476: h.477-491.
- Ruiz, F., Abad, M., Bodegrat, A.M., Carbonel, P., Rodriguez-Lazaro, J. and Yasuhara, M., 2005. Marine and brackish-water ostracods ad sentinels of anthropogenic impacts. *Earth-Science Reviews* 72: h.89-111.
- B.R., 2012. Sekilas Tentang Pulau Bangka. *Sulutonline*. [http://sulutonline.com/search/node/BR by BR on 07/02/2012](http://sulutonline.com/search/node/BR%20by%20BR%20on%2007%2F02%2F2012).
- Schornikova, E.I., Zenina, M.A. and Ivanova, E.F., 2014. Ostracods as indicators of the aquatic environmental conditions on the northeastern Black Sea shelf over the past 70 years. *Russian Journal of Marine Biology* 40 (6): h.455-464.
- Sridhar, S.G.D., Baskar, B., Maniyarasan, S. and Hussain, S.M. 2015. Shell Chemistry of Cytherellidae, Bythocyprididae and Bairdiidae Family, Recent Benthic Ostracoda, Off Rameswaram, Tamil Nadu, Palk Bay, Southeast Coast of India. *Journal of Academia and Industrial Research (JAIR)* 3(9): h.427-432.
- Titterton, R. and Whatley, R.C., 1988. Recent Bairdiinae (Crustacea, Ostracoda) from the Solomon Islands. *Journal of Marine Micropaleontology* 7(2): h.111-142.
- Titterton, R. and Whatley, R.C., 2006. Recent Marine Ostracoda from the Solomon Island. *Revista Espanola de Micropaleontologia* 38(1): h.169-189.
- Yassini, I. and Jones, B., 1994. *Foraminifera and ostracoda from estuarine and shelf on the southeastern coast of Australia*. University of Wollongong Press. 484h.

