

OSTRACODA SEBAGAI INDIKATOR PERUBAHAN LINGKUNGAN PERAIRAN SEKITAR PLTU TARAHAN, TELUK LAMPUNG, SUMATERA

OSTRACODA AS AN INDICATOR OF MARINE ENVIRONMENTAL CHANGES OFF TARAHAN POWER PLANT, LAMPUNG BAY, SUMATERA

Kresna Tri Dewi, Indra Adhirana, Yusuf Adam Priohandono, Luli Gustiantini dan Franto Novico

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Junjuran 236, Bandung-40174, Indonesia.
Email: ktdewi2004@yahoo.com

Diterima : 14-12-2015, Disetujui : 12-04-2016

ABSTRACT

Lampung Bay is located in the southern part of Sumatera island that facing to the Sunda Strait. This bay is gradually degradation environment as a result of growing various human activities in the coastal area. The purpose of this study is to understand the community structure of ostracoda as component of marine sediments related to environmental changes of this area. This study used 22 sediment sub-samples from four sites in the offshore area of Tarahan power plant and several surface sediment samples represented the present environmental condition. These samples were then washed through 0.063 mm sieve, dried and used for ostracod study under a binocular microscope. The result shows that, the ostracoda assemblages, vertically, are decrease or disappear at certain layers below seafloor. It may related to the eruption of Krakatau Volcano in 1883 that was supported by finding of pumice materials in these layers. Horizontally, ostracod from surface sediments is quite diverse and abundant but we also found abnormal specimens such as abraded and filled or covered by Al_2O_3 (17,54%) and SiO_2 (37,52%). It may related to decline environment in the study area that likely affect the habitat of ostracoda.

Keywords: ostracoda, abnormal specimens, Tarahan power plant.

ABSTRAK

Teluk Lampung terletak di bagian selatan Pulau Sumatera yang berhadapan dengan Selat Sunda. Kualitas lingkungan perairan ini secara perlahan menurun sebagai akibat pertumbuhan berbagai aktifitas manusia di kawasan pesisir. Tujuan dari studi ini adalah untuk memahami struktur komunitas ostracoda sebagai komponen sedimen laut terkait dengan perubahan lingkungan perairan ini. Studi ini menggunakan 22 sub-sampel sedimen dari 4 titik lokasi di lepas pantai sekitar PLTU Tarahan dan beberapa sampel sedimen permukaan yang mewakili kondisi lingkungan saat ini. Kemudian sampel sedimen ini dicuci dalam ayakan berbukaan 0.063 mm, dikeringkan dan digunakan untuk studi ostracoda dengan bantuan mikroskop binokuler. Hasilnya menunjukkan bahwa secara vertikal kelimpahan ostracoda menurun atau tidak hadir di beberapa lapisan bawah dasar laut. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan erupsi Gunung Krakatau tahun 1883 yang ditunjang oleh keterdapatannya material batu apung di lapisan-lapisan sedimen ini. Secara horizontal, ostracoda dari sampel permukaan atau dasar laut cukup bervariasi dan melimpah namun juga menemukan spesimen abnormal seperti rusak dan terisi atau tertutup oleh material berwarna gelap yang mengandung Al_2O_3 (17,54%) and SiO_2 (37,52%). Hal ini kemungkinan berkaitan dengan menurunnya kondisi lingkungan daerah penelitian yang berpengaruh pada habitat ostracoda.

Katakunci: ostracoda, spesimen abnormal, perubahan lingkungan, Teluk Lampung

PENDAHULUAN

Teluk Lampung adalah suatu wilayah perairan dangkal di Provinsi Lampung yang mempunyai kedalaman kurang dari 30 meter. Teluk ini berhadapan langsung dengan Selat Sunda dan tidak jauh dari kompleks Gunung Krakatau. Ada sekitar 150 pulau-pulau kecil yang menghiasi teluk ini dan beberapa diantaranya sebagai pulau tujuan wisata bahari, Pulau Pasaran, Pulau Sebesi, Pulau Sebuku, Pulau Legundi, Pulau Kelagian, Pulau Condong Laut, Pulau Tangkil, Pulau Tegal dan beberapa pulau kecil lainnya. Kawasan pesisir teluk ini juga disibukkan dengan kegiatan manusia baik dalam skala rumah tangga maupun skala nasional berupa tumbuhnya berbagai industri yang berkaitan dengan transportasi laut, pertambangan, kimia, sampah dan lain-lain. Kegiatan antropogenik tersebut secara tidak langsung berdampak bagi kehidupan biota di kawasan pesisir dan akhirnya berujung di perairan Teluk Lampung.

Oleh karena itu, pencemaran perairan di wilayah pesisir telah menjadi masalah yang perlu diperhatikan oleh pemerintah daerah dan masyarakat. Sumber pencemaran utama berasal dari limbah industri dan domestik yang terbawa oleh aliran sungai-sungai menuju laut di sepanjang pantai Kota Bandar Lampung. Sampah domestik diperkirakan juga berasal dari wilayah lain yang terbawa arus laut dan terdampar di sepanjang pantai.

Jauh sebelum itu, Ongkosongo (2000) telah melaporkan adanya berbagai masalah di kawasan pesisir Teluk Lampung, diantaranya masalah erosi dan sedimentasi dalam bentuk beting pasut. Selain itu terjadi proses pengurugan dan penambangan batu di kawasan pesisir sebagai konsekuensi logis adanya pembangunan, pengembangan dan pengelolaan wilayah pesisir. Hasil penelitiannya menunjukkan 8 golongan wilayah pemanfaatan lahan pesisir: pemukiman kumuh (20%); pemukiman teratur (10%); tanah kosong dan tanah reklamasi (30%); pelabuhan panjang (10%), industri (20%); pelabuhan rakyat dan pendaratan ikan (3%); tempat rekreasi dan hotel (3%); muara sungai dan lain-lain penggunaan (4%). Beberapa industri yang cukup besar di kawasan ini adalah Industri galangan kapal di Kawasan Industri Maritim di Kabupaten Tanggamus, industri wisata dengan pembangunan hotel dan PLTU Tarahan di kawasan pesisir Teluk Lampung. Data dan informasi tersebut mewakili suatu lingkungan masa kini yang teramati dan dialami langsung oleh manusia. Belum ada data dan informasi tentang kondisi lingkungan masa

lalu sebagai data rona lingkungan jauh sebelum ada kegiatan antropogenik.

Kondisi lingkungan suatu perairan dapat dideteksi dari berbagai parameter, terutama yang sesuai dengan standar dari Kementerian Lingkungan Hidup, yaitu parameter fisika, kimia, biologi, ekonomi, sosial budaya dan lain-lain, sedangkan di mancanegara, pemantauan lingkungan suatu ekosistem laut dilakukan dari berbagai pendekatan, baik dari organisme yang masih hidup maupun yang telah mati, seperti ostracoda.

Ostracoda merupakan salah satu kelompok mikrofauna dari udang-udangan yang dapat terawetkan dalam sedimen laut dan telah banyak digunakan sebagai indikator perubahan lingkungan perairan berdasarkan struktur komunitasnya. Sebagai contoh, Triantaphyllou, dkk. (2005) menggunakan foraminifera dan ostracoda untuk memantau perairan di kawasan pembangkit tenaga listrik di Teluk Korthi and Kastro, Yunani. Kemudian Irizuki dkk. (2010 dan 2011) menggunakan ostracoda sebagai indikator perubahan lingkungan di Teluk Kasado, Jepang dalam kurun waktu 70 tahun yang lalu. Hasilnya menunjukkan bahwa aktifitas antropogenik berpengaruh terhadap kelimpahan ostracoda dan ditemukannya cangkang abnormal di kawasan tersebut. Fauzielly dkk., (2012) juga menyatakan bahwa berdasarkan analisis kelimpahan ostracoda menunjukkan bahwa perairan Teluk Jakarta mulai terkontaminasi sejak tahun 1950an. Penggunaan ostracoda sebagai bioindikator perubahan lingkungan perairan karena berukuran mikroskopis, sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, mempunyai rentang hidup yang pendek, berjumlah banyak dan perolehan sampelnya cukup mudah serta tidak memerlukan biaya tinggi. Beberapa peneliti terdahulu tidak hanya menguji ostracoda sebagai indikator lingkungan namun juga secara bersamaan menggunakan foraminifera benthik. Yasuhara dan Yamazaki (2005) mencatat adanya penurunan populasi foraminifera dan ostracoda hingga 90% karena aktifitas industri di kawasan perairan sekitar Osaka antara tahun 1960 dan 1970.

Sehubungan dengan kegunaan ostracoda tersebut, maka tujuan dari tulisan ini adalah untuk mengetahui perubahan lingkungan perairan di sekitar PLTU Tarahan berdasarkan struktur komunitas ostracoda dalam sedimen laut yang ditunjang oleh data hasil analisis sedimentologi dan geokimia.

METODE

Analisis ostracoda ini dilakukan terhadap empat sampel sedimen hasil pengambilan pemercontoh jatuh bebas atau *gravity corer* (K2015-1,-2, -3, 4) dari penelitian kebencanaan oleh Novico dkk. (2011). Secara vertikal yang mewakili lingkungan masa lalu, dari setiap sampel sedimen diambil beberapa subsampel sedimen dengan interval kedalaman 10 cm mulai dari bagian atas (*top*) hingga bagian bawah (*bottom*). Secara spasial (horizontal) yang mewakili kondisi saat ini, digunakan lima titik sampel sedimen hasil pemercontoh comot (K2015-6, -8, -9, -10, dan -11) ditambah empat subsampel sedimen dari bagian atas (0-2 cm bdl) dari titik lokasi K2015-1, -2, -3, dan -4) di perairan sekitar PLTU Tarahan (Gambar 1). Posisi geografis dan kedalaman setiap titik lokasi sampel sedimen disajikan pada Tabel 1.

Setiap subsampel sedimen dicuci menggunakan ayakan (0.063 mm) dan dikeringkan dalam oven. Kemudian sampel sedimen hasil cucian (*washed residu*) digunakan untuk analisis ostracoda dengan bantuan mikroskop binokuler dan kuas halus yang telah dicelupkan dalam air. Analisis ostracoda meliputi penjentikan spesimen ostracoda, identifikasi hingga tingkat spesies/genus, penghitungan spesimen/individu dari setiap genus/spesies. Perlakuan ini diulang terhadap semua subsampel sedimen hasil cucian. Kemudian dilakukan identifikasi hingga tingkat genus/spesies, pengolahan data dan dokumentasi spesimen ostracoda menggunakan mikroskop Nikon SMZ 1500 yang telah dilengkapi dengan peranti lunak *NIST Element*. Terakhir, spesimen ostracoda abnormal (rusak, tertutupi atau terisi partikel sedimen berwarna kehitaman/coklat) diuji

menggunakan SEM-EDX untuk mengetahui senyawa kimia yang mempengaruhi kerusakan cangkangnya.

Struktur komunitas ostracoda diperoleh dari hasil pengolahan data mentah ostracoda menggunakan program PAST (*PAleontological SStatistic*) dari Hammer dkk., (2009) untuk mendapatkan nilai-nilai indeks keanekaragaman, indeks keragaman dan indeks dominansi.

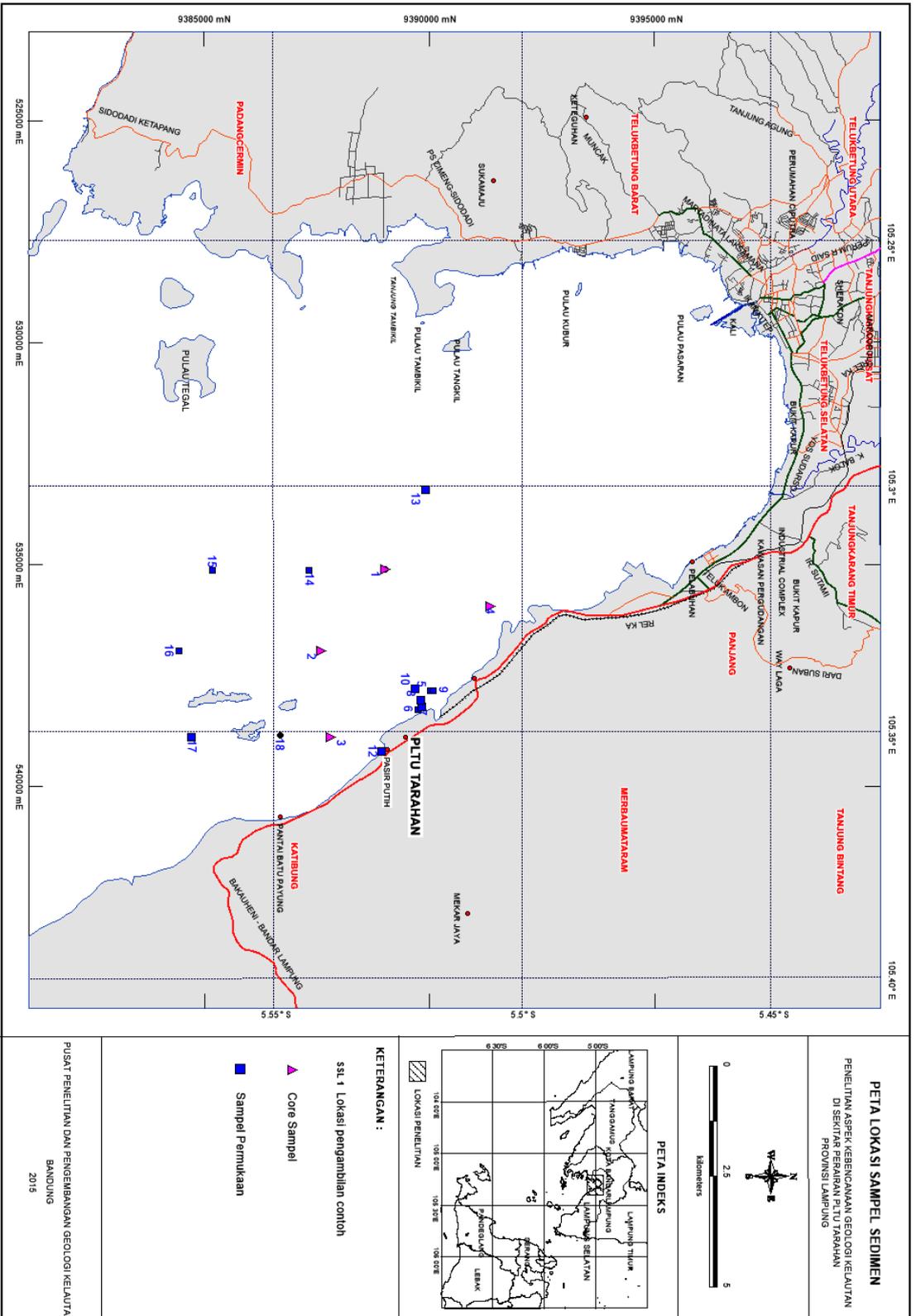
HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, hasil analisis ostracoda terhadap 22 subsampel bawah dasar laut dan lima sampel sedimen permukaan teridentifikasi 27 genera ostracoda yang didominasi oleh *Keijella*, *Hemicytheridea*, dan *Cytherella* (Tabel 2). Ostracoda dalam semua sampel sedimen hasil cucian dalam jumlah dan komposisi yang cukup bervariasi. *Keijella* merupakan genus yang ditemukan sangat melimpah (>25 spesimen) dari setiap subsampel dan terdiri dari beberapa spesies, yaitu

K. apta, *K. reticulata*, *K. multisulcus* dan *Keijella* sp. Spesies ini dijumpai cukup merata di semua subsampel namun tidak dijumpai di titik lokasi K2015-3 pada lapisan 29-31 cm dan 38-40 cm bawah dasar laut. Pada kedua lapisan ini ostracoda ditemukan dalam jumlah sangat sedikit bahkan tidak muncul di lapisan 38-40 cm. Titik lokasi ini mempunyai kandungan dan kelimpahan ostracoda lebih rendah dibandingkan titik lokasi lain (K-2015-1, -2, dan -4). Secara umum ostracoda yang ditemukan terdiri dari spesies penciri laut dangkal yang banyak ditemukan di Selat Malaka (Whatley dan Zhao, 1987 dan 1988) dan di Laut Jawa (Dewi, 1997). Hal yang menarik adalah

Tabel 1. Posisi geografis dan kedalaman setiap titik lokasi sampel sedimen

No.	No. Sampel	Lintang Selatan	Bujur Timur	Kedalaman	Alat sampling
1	K2015-1	05° 31' 39"	105° 19' 01"	27 m	Pemercontoh jatuh bebas
2	K2015-2	05° 32' 25"	105° 21' 01"	23 m	
3	K2015-3	05° 24' 52"	105° 21' 04"	20 m	
4	K2015-4	05° 30' 23"	105° 19' 28"	20 m	
5	K2015-5	05° 31' 06"	105° 20' 30"	20 m	Pemercontoh comot
6	K2015-6	05° 31' 15"	105° 20' 43"	7 m	
7	K2015-8	05° 31' 13"	105° 20' 36"	20 m	
8	K2015-9	05° 31' 03"	105° 20' 29"	20 m	
9	K2015-10	05° 31' 17"	105° 20' 28"	23 m	
10	K2015-11	05° 31' 27"	105° 20' 41"	22 m	



Gambar 1. Peta pengambilan sampel sedimen di perairan sekitar PLTU Tarahan, Lampung

munculnya spesies penciri perairan payau, yaitu *Myocyprideis* di beberapa lapisan bawah dasar laut.

Data hasil identifikasi dan penghitungan jumlah spesimen dari setiap genus mikrofauna dalam setiap subsampel dikelompokkan

dasar laut (0 cm) hingga beberapa cm di bawah dasar laut (bdl). Berikut diuraikan sebaran ostracoda secara vertikal dari setiap titik lokasi pengambilan sampel sedimen dan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2 Sebaran vertikal ostracoda dalam sedimen dari empat titik lokasi

No	Genus ostracoda	Sampel K2015-1					Sampel K2015-2					Sampel K2015-3					Sampel K2015-4					
		0-3 cm	10-13 cm	20-23 cm	30-33 cm	40-43 cm	5-8 cm	9-12 cm	20-23 cm	30-33 cm	40-43 cm	0-3 cm	9-11 cm	18-21 cm	29-31 cm	38-40 cm	50-52 cm	0-3 cm	10-13 cm	20-23 cm	30-33 cm	40-43 cm
1	<i>Keijella</i>	VA	VA	A	VA	VA	A	A	A	C	VA	VA	C	F			VA	VA	C	VA	VA	A
2	<i>Hemicytheridea</i>	VA	C	A	V	C	R		C	C	F	A	F	C		R	A	A	A	A	A	VA
3	<i>Cytherella</i>			F	F	F	F	F	F	C	R	F		R			F	C		C	F	C
4	<i>Lanckacythere</i>	F	C		F	F	R	A	C			A	F				A					
5	<i>Atjehella</i>	F	R		R	R		R		F	A	F				R	R	R			R	
6	<i>Cytherelloidea</i>	R				VA	R			C	C	R					A	C	R		F	C
7	<i>Actinocythereis</i>						F							C			R			R		
8	<i>Mutilus</i>		R	C					A				R	F				F	C	F	R	
9	<i>Bairdopillata</i>			C					VA					VA				F	C	C	C	
10	<i>Pistocythereis</i>	R	F					C	F	R		F					C		F		F	
11	<i>Psammocthere</i>	R		F	F	F											F					C
12	<i>Stigmatocythere</i>	F		F		A	R		F	F	C				F		C			R	R	F
13	<i>Tanella</i>				F	C				R	R						F	R			F	C
14	<i>Phlyctenophora</i>			F					C		C		R	A	R		R		A	C	F	F
15	<i>Paracytheridea</i>								C										R		R	
16	<i>Neocytheretta</i>				A	C				C							R	R		R		C
17	<i>Neomonoceratina</i>	R					C	R										R				
18	<i>Pontocypris</i>										F			F								
19	<i>Triebelina</i>								F										F	F	F	
20	<i>Myocyprideis</i>											R	R					F	F			
21	<i>Xestoleberis</i>	R							R					R			F		F			
22	<i>Loxococoncha</i>	C		F			R	R				A		F			A		A	F		R
23	<i>Loxococonchella</i>								R		R											
24	<i>Keijia</i>											R										
25	<i>Macrocypris</i>								R										R			
26	<i>Alocopocythere</i>							R				F										R
27	<i>Caudites</i>			F																		
Indeks diversitas		1,31	1,4	2,03	1,60	1,89	1,46	1,66	2,17	2,03	1,66	1,59	1,44	1,55	0,56	0,69	2,22	1,83	2,22	1,93	1,83	2,01
Indeks keseragaman		0,40	0,30	0,16	0,25	0,19	0,33	0,27	0,15	0,14	0,28	0,29	0,30	0,30	0,63	0,50	0,14	0,22	0,13	0,20	0,25	0,18
Indeks dominansi		0,34	0,68	0,76	0,62	0,66	0,61	0,52	0,63	0,85	0,53	0,45	0,70	0,47	0,88	1,00	0,61	0,57	0,71	0,62	0,48	0,68

berdasarkan jumlah spesimen menjadi: R= *rare*/jarang (1 spesimen); F=*few*/sedikit (2-5 spesimen); C = *common*/umum (6-10 spesimen); A = *abundant*/melimpah (11-25 spesimen), VA= *very abundant* /sangat melimpah (> 25 spesimen). Berikut ini disajikan uraian kehadiran dan struktur komunitas ostracoda baik secara vertikal maupun secara horizontal.

A. SEBARAN VERTIKAL OSTRACODA DALAM SEDIMEN

Lingkungan yang dimaksud adalah lingkungan pra kegiatan operasional PLTU Tarahan yang diinterpretasi dari data hasil analisis secara vertikal, yaitu dari permukaan

- **Titik lokasi K2015-1 (Barat PLTU Tarahan, panjang bor 43 cm)**

Dari 5 subsampel sedimen yang diperiksa di titik lokasi ini, ditemukan 18 genera ostracoda yang tersebar cukup bervariasi dan didominasi oleh *Keijella* dan *Hemicytheridea* yang muncul dari atas hingga bagian bawah bor. Pada lapisan 10-13 cm kandungan ostracoda menurun dibandingkan dengan lapisan di atas dan di bawahnya *Neomonoceratina* dan *Xestleberis* walaupun dalam jumlah jarang (1 spesimen) namun hanya muncul di lapisan paling atas.

Nilai indeks diversitas antara 0,87 dan 1,78 (rendah - sedang); indeks keseragaman (0,34 - 0,57) yang menunjukkan keseragaman populasi kecil hingga sedang; indeks dominasi (0,23 -

0,57) yang menunjukkan tidak ada spesies atau genus dominan.

- **Titik lokasi K2015-2 (Selatan dari PLTU Tarahan, panjang bor 43 cm)**

Dari lima subsampel yang diperiksa di titik lokasi ini diperoleh 23 genera ostracoda yang tersebar bervariasi dari top (0 cm) hingga bagian bawah 100 cm bawah dasar laut (bdl). Ada dua genera yang ditemukan sangat melimpah (>25 spesimen) di lapisan sedimen tertentu, yaitu *Bairdopillata* di lapisan 20-23cm bdl dan *Keijella* (40-43 cm bdl). *Cytherella* hadir dari bagian atas hingga bawah bor (40-43 cm bdl). *Keijella* (Foto 1) merupakan genus yang ditemukan sangat melimpah (>25 spesimen) dari setiap subsampel dan terdiri dari beberapa spesies, yaitu *K.apta*, *K. reticulata*, *K.multisulcus* dan *Keijella* sp. Spesies ini dijumpai cukup merata di semua subsampel namun tidak dijumpai di titik lokasi K2015-3 pada lapisan 29-31 cm dan 38-40 cm bawah dasar laut. Pada kedua lapisan ini ostracoda ditemukan dalam jumlah sangat sedikit bahkan tidak muncul di lapisan 38-40 cm. Titik lokasi ini mempunyai kandungan dan kelimpahan ostracoda lebih rendah dibandingkan titik lokasi lain (K-2015-1, -2, dan -4).

Nilai indeks diversitas antara 1,04 dan 2,00 (sedang); indeks keseragaman (0,57-0,78) yang menunjukkan keseragaman populasi sedang hingga tinggi; indeks dominasi (0,18 - 0,66) yang menunjukkan tidak ada spesies atau genus dominan.

- **Titik lokasi K2015-3 (Tenggara dari PLTU Tarahan, panjang bor 53 cm)**

Dari titik lokasi ini, ostracoda yang ditemukan sangat melimpah dan beragam di bagian atas (0 cm) hingga lapisan 18-21 cm bdl. Kehadiran ostracoda mulai menurun dari lapisan 29 cm dan tidak hadir pada lapisan (38-40 cm) dan sedikit ditemukan di lapisan bagian bawah (50-52 cm bdl). Dua genera ditemukan sangat melimpah di lapisan tertentu, yaitu *Keijella* (0-3 cm bdl) dan *Bairdopillata* (18-21 cm bdl). *Actinocythereis* sebagai indikator lingkungan berenergi tinggi hanya ditemukan di lapisan 18-21 cm bdl. Ostracoda tidak hadir pada lapisan 38-40 cm bdl, namun foraminifera cukup melimpah di lapisan ini yang didominasi oleh *Ammonia beccarii* yang sangat toleran terhadap perubahan lingkungan yang ekstrem. Kondisi ini juga terjadi pada hasil penelitian Ruiz dkk. (2012) di dua laguna di Afrika.

Mereka menyimpulkan bahwa pada lingkungan tercemar berat oleh logam berat maka spesies foraminifera tertentu akan berkembang sangat pesat dan tidak dijumpai ostracoda.

Nilai indeks diversitas antara 0,71 dan 1,92 (sedang); indeks keseragaman 0,34 - 0,82 yang menunjukkan keseragaman populasi kecil hingga tinggi; indeks dominasi 0,18-0,66 yang menunjukkan tidak ada spesies atau genus dominan.

- **Titik lokasi K2015-4 (Barat laut dari PLTU Tarahan, panjang bor 59 cm)**

Ostracoda yang ditemukan sangat melimpah dan mempunyai 23 genera yang tersebar cukup merata dari bagian atas (0 cm) hingga bagian bawah (56-59 cm bdl). *Keijella* merupakan genus yang sangat dominan dan muncul di semua subsampel sedimen, diikuti oleh *Hemicytheridea*, sedangkan genera *Loxoconcha*, *Phlyctenophora*, *Baridopillata* ditemukan bervariasi di beberapa lapisan tertentu.

Nilai indeks diversitas antara 1,49 dan 1,95 (sedang); indeks keseragaman 0,40 - 0,50 yang menunjukkan keseragaman populasi kecil hingga sedang; nilai indeks dominasi 0,19 - 0,29 yang menunjukkan tidak ada spesies atau genus dominan.

Secara umum, struktur komunitas ostracoda menunjukkan bahwa nilai indeks diversitas bervariasi antara 0,56 dan 2,22; nilai indeks keseragaman antara 0,34 dan 0,82; dan nilai indeks dominasi antara 0,34 dan 1,00

- Nilai indeks diversitas ostracoda rendah ($H' < 1$ hanya ditemukan pada dua subsampel dan sisanya mempunyai nilai indeks diversitas sedang ($1 < H' < 3$). Nilai indeks ini menunjukkan bahwa ostracoda yang ditemukan di bawah dasar laut cukup beragam walaupun tidak seperti di Laut Jawa yang umumnya mempunyai nilai diversitas lebih dari 3 (Dewi, 1997).

- Nilai indeks keseragaman ostracoda di daerah penelitian kurang dari 0,4 ($E < 0,4$) hanya ditemukan pada satu lapisan di K2015-1 lapisan 0 cm yang menunjukkan keseragaman populasi kecil. Nilai keseragaman sedang ($0,4 < E < 0,6$) dijumpai di 6 lapisan sebagai keseragaman populasi sedang. Nilai keseragaman populasi tinggi ($E > 0,6$) ditemukan pada 16 lapisan terutama tersebar di empat titik lokasi sebagai kondisi lingkungan saat ini yang normal.

- Nilai indeks dominansi (D) ostracoda hampir semuanya mempunyai nilai kurang dari 0,5 atau indeks dominansi mendekati nol (0) menunjukkan tidak ada spesies atau genus dominan. Indeks dominansi lebih dari 0,5 atau mendekati nilai 1 (satu) menunjukkan komunitas didominasi oleh jenis atau spesies tertentu. Pada lapisan K2015-3 pada lapisan 29 dan 50 cm bdl, nilai indeks dominansi mendekati 1 (satu) namun dalam jumlah sangat jarang dan hanya terdiri dari dua spesies saja.

Dari data tersebut di atas menunjukkan bahwa nilai-nilai indeks diversitas, keseragaman dan dominansi tidak jauh berbeda di empat titik lokasi dari bagian atas hingga bagian bawah kecuali di titik lokasi K2015-3. Titik lokasi ini terletak di antara Pasir Putih dan Pulau Sulah dan diperoleh dua zona ostracoda, yaitu lapisan bagian atas (0-21 cm) yang banyak mengandung ostracoda dan zona ostracoda bagian bawah (29-52 cm) yang miskin ostracoda dalam sedimen lanau. Jika dilihat dari jenis sedimennya, maka lapisan 18-21 cm bdl didominasi oleh partikel pumis berukuran pasir sebagai hasil letusan gunungapi Krakatau pada tahun 1883. Namun pada lapisan ini masih dijumpai cangkang ostracoda dan foraminifera dengan jumlah dan jenis yang cukup bervariasi. Kondisi ini berbeda dengan lapisan di bawahnya yaitu antara 29 dan 52 cm bdl yang mempunyai jenis sedimen lanau atau berenergi rendah. Ketidakhadiran atau rendahnya ostracoda pada lapisan ini kemungkinan berkaitan dengan perubahan muka laut atau saat muka laut surut dan lokasi tersebut sangat berdekatan dengan daratan. Posisi sampel yang berdekatan dengan daratan ini juga diperlihatkan dari hasil analisis polen di titik lokasi K2015-4. Di lapisan bagian bawah (40-50 cm bdl) didominasi oleh polen dari tanaman bakau jenis *Rhizophora* dan *Avicennia*, dibandingkan dengan polen asal tanaman daratan. Hal ini menunjukkan bahwa jarak dari tanaman tersebut tidak jauh dengan lingkungan tempat diendapkannya (Sukapti, 2015 dalam Dewi dkk., 2015). Kemungkinan lain adalah titik lokasi K2015-3 in berdekatan dengan pulau-pulau kecil yang menyebabkan adanya perbedaan proses pengendapan sedimen di sekitarnya. Hal ini terlihat di subsampel sedimen dari titik lokasi lain (K2015-1, -2, dan -4) yang terletak menghadap laut lepas yang tidak terhalang oleh pulau. Kehadiran ostracoda cukup melimpah dan bervariasi di bagian bawah, maka rendahnya kehadiran ostracoda di K2015-3 di bagian bawah (29 - 52 cm) kemungkinan dapat juga dikaitkan dengan pola

arus saat itu. Hasil studi foraminifera oleh Rositasari (2001) juga meyakini bahwa pengaruh arus dari dalam dan luar Teluk Lampung menyebabkan ketidakjelasan distribusi spasial/horizontal foraminifera benthik saat itu.

Jika semua subsampel dari empat titik lokasi dikorelasikan dengan asumsi bahwa kedalaman dasar laut hampir sama atau sesuai kondisi saat ini, maka diperoleh 12 lapisan kedalaman yang berbeda (Tabel 3). Dari komposisi pengelompokkan genera ostracoda akan diperoleh tiga lingkungan perairan yang berbeda, yaitu perairan dangkal, perairan sekitar terumbu karang dan perairan payau atau dekat pantai. Masing-masing lingkungan dicirikan oleh genera ostracoda yang berbeda dan kelimpahan yang bervariasi dari sangat jarang hingga sangat melimpah.

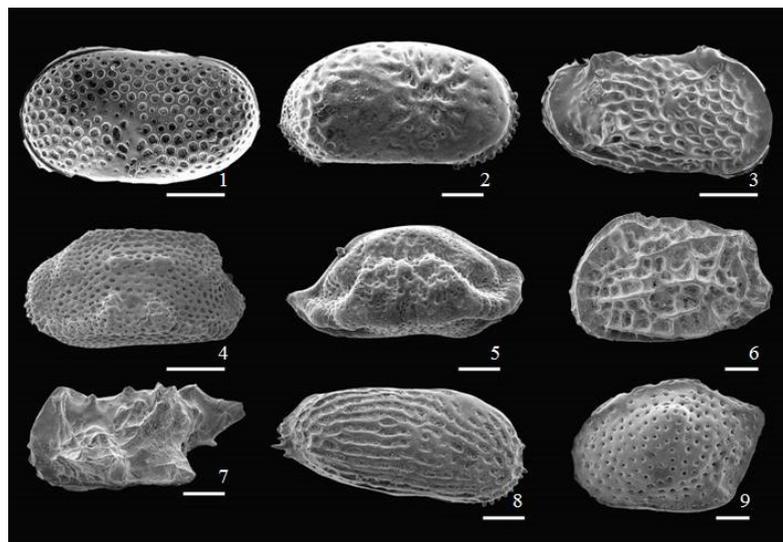
Perairan laut dangkal ditunjukkan oleh 20 genera ostracoda dalam jumlah dari sangat jarang hingga melimpah. *Keijella* dan *Hemicytheridea* merupakan dua genera yang hampir ditemukan di semua subsampel sedimen dalam jumlah melimpah hingga sangat melimpah. Kedua genera ini tidak muncul atau sangat jarang di tiga lapisan (29-31 cm, 38-40 cm dan 50-52 cm bawah dasar laut/bdl) di titik lokasi K2013-3 yang terletak di antara PLTU Tarahan dan Pulau Condong.

Perairan sekitar terumbu karang dicirikan oleh kehadiran 3 genera yang khas, yaitu *Bairdopillata*, *Loxochonchella* dan *Triebelina*. Hal yang menarik adalah kehadirannya cukup tinggi pada lapisan tertentu, yaitu pada kedalaman 18-23 cm bdl dan tidak dijumpai di lapisan di atasnya atau kondisi saat ini. Kondisi ini kemungkinan terkait dengan perubahan muka laut saat itu atau proses pengerukan sedimen termasuk koral di beberapa wilayah perairan untuk memperdalam alur pelayaran kapal besar. Pengerukan ini berpengaruh pada profil dan kandungan sedimen dasar laut, termasuk mikrofauna dan partikel biogenik lainnya. Hasil pentarikhan umur dari sebuah partikel biogenik (koral) di sekitar ini menunjukkan umur 1120±110 BP (1950). Umur ini memberi indikasi bahwa partikel tersebut kemungkinan sebelumnya berasal dari lapisan sekitar 20-25 cm bdl dan terserak di dasar laut setelah terjadi pengerukan lapisan sedimen di atasnya.

Perairan payau dicirikan oleh kehadiran *Myocyprideis*, *Paracypris* *Macrocypris*, dan *Xestoleberis* dalam jumlah sangat jarang hingga sedikit. Walaupun jumlahnya tidak signifikan namun dapat digunakan sebagai indikasi adanya pengaruh aliran air tawar di daerah penelitian.

Tabel 4. Sebaran ostracoda dari sedimen permukaan dasar laut

No	Genus ostracoda	Nomor titik lokasi sampel (K2015-)								
		1	2	3	6	8	9	10	11	
Kedalaman (m)		27	23	20	7	20	20	23	22	
1	<i>Keijella</i>	VA	VA	VA		F	VA	C	C	
2	<i>Actinocythereis</i>			R						
3	<i>Alocopocythere</i>		F							
4	<i>Argilloecia</i>						C		R	
5	<i>Atjehella</i>	F	F	R		R	F		R	
6	<i>Copytus</i>							F		
7	<i>Cytherella</i>		F	F		R	C	C	C	
8	<i>Cytherelloidea</i>	R	R	A	R		F	C		
9	<i>Hemicytheridea</i>	VA	A	A		F	A		F	
10	<i>Keijia</i>		R							
11	<i>Lanckacythere</i>	F	A	A						
12	<i>Leptocythere</i>				F	F				
13	<i>Loxoconcha</i>	C	A	A	A		C		F	
14	<i>Loxoconchella</i>				F					
15	<i>Mutilus</i>				F					
16	<i>Myocyprideis</i>		R							
17	<i>Neocytheretta</i>			R	F		F			
18	<i>Neomonceratina</i>	R			R		F	C	R	
19	<i>Paracytheridea</i>				F				F	
20	<i>Paranesidea</i>				C					
21	<i>Paracypris</i>				F	F	A	F	F	
22	<i>Phlyctenophora</i>			R	F		F			
23	<i>Pistocythereis</i>	R	F	C						
24	<i>Pontocypris</i>			F					R	
25	<i>Psammocythere</i>	R		F		F				
26	<i>Quadracythere</i>									
27	<i>Stigmatocythere</i>	F		C			F			
28	<i>Tanella</i>			F			F		F	
29	<i>Tendocythere</i>			F						
30	<i>Xestoleberis</i>	R		F	VA					
Indeks diversitas		1,31	1,46	1,59	1,90	1,87	2,12	1,70	2,09	
indeks keseragaman		0,40	0,33	0,29	0,23	0,16	0,16	0,19	0,16	
Indeks dominansi		0,34	0,61	0,45	0,56	0,93	0,64	0,91	0,73	

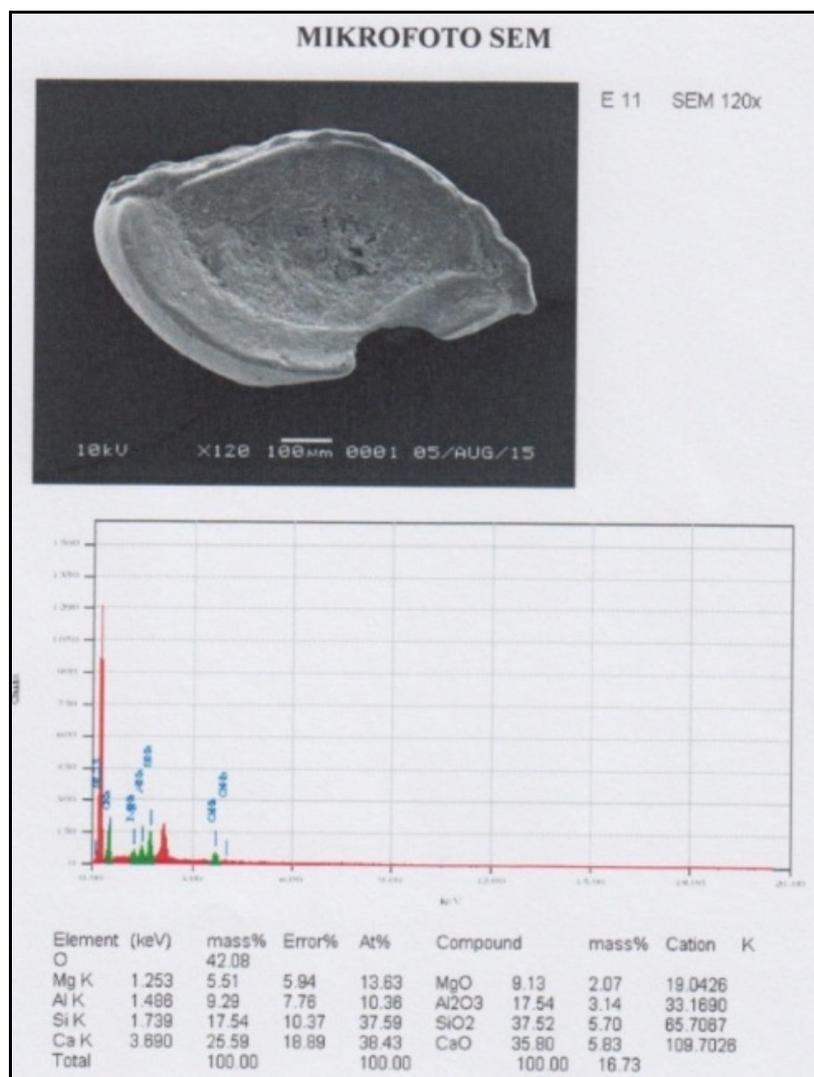


Gambar 2. Beberapa spesies ostracoda yang mewakili daerah penelitian. Sekala garis menunjukkan ukuran 100um. (1. *Cytherella semitalis*; 2. *Myocyprideis spinulosa*; 3. *Neocytherettavandijki*; 4. *Triebelina sertata*; 5. *Triebelina pustulata*; 6. *Mutilus pumila*; 7. *Paracytheridea longitucaudata*; 8. *Keijella apta*; dan 9. *Loxoconchella* sp.

laboratorium menggunakan SEM-EDX menunjukkan bahwa spesimen *Bairdopillata* mengandung (Gambar 3). Al_2O_3 (aluminium oksida) terdeteksi sekitar 17,54% yang kemungkinan berasal dari mineral di sekitarnya. SiO_2 muncul dengan kandungan 37,52% yang terkait dengan sedimen berupa pasir kuarsa. Kandungan MgO sebesar 9,13% dan CaO sebesar 35,80% berkaitan dengan unsur pembentuk cangkang ostracoda. Kandungan CuO, ZnO dan lain-lain terdeteksi pada cangkang ostracoda, namun muncul pada cangkang foraminifera bentik dan moluska. Kandungan kimiawi utama cangkang ostracoda telah diteliti oleh Baskar dkk. (2014) terhadap beberapa spesies dari famili Loxoconchidae. Hasilnya menunjukkan bahwa setiap spesimen mengandung elemen $O > C > Ca > Mg > Si > Al > K > Cl$ yang cukup bervariasi antar spesies. Variasi tersebut terkait

dengan kondisi air dan sedimen di lingkungan setempat.

Kehadiran spesimen abnormal di daerah penyelidikan masih dalam batas rendah ($< 1\%$) dibandingkan dengan spesimen abnormal lebih dari 50% di perairan sekitar P. Bangka (Dewi dkk., (2015). Namun demikian kehadirannya dapat digunakan sebagai penunjuk awal adanya perubahan lingkungan di daerah penelitian. Perubahan lingkungan perairan ini bukan berasal dari air buangan dari kegiatan operasional PLTU Tarahan karena telah mengalami pendinginan dan tidak berpengaruh pada perairan di sekitarnya (Novico dkk., 2011). Namun di sekitar pintu pembuangan (*outflow*), profil dasar laut telah mengalami perubahan sangat signifikan dengan adanya kegiatan pengerukan sedimen untuk menambah kedalaman laut sesuai dengan kebutuhan tempat bersandarnya kapal-kapal besar.



Gambar 3. Kandungan kimiawi cangkang ostracoda abnormal

KESIMPULAN

Ostracoda sebagai mikroorganisme dapat memberi informasi tentang perubahan lingkungan di perairan sekitar PLTU Tarahan. Perubahan tersebut disebabkan oleh dua faktor yaitu baik secara alamiah maupun sebagai hasil kegiatan manusia. Perubahan struktur komunitas ostracoda secara vertikal menunjukkan adanya dua zona kelimpahan yang dibedakan oleh faktor pembatas berupa keterdapatannya partikel pumis sebagai hasil letusan Gunung Krakatau tahun 1883.

Perubahan lingkungan secara spasial yang mewakili perairan saat ini ditunjukkan oleh kemunculan spesimen abnormal dari mikrofauna yang ditutupi atau terisi oleh partikel yang mengandung senyawa kimia seperti Al_2O_3 , SiO_2 , CuO , dan ZnO , yang berkaitan dengan aktivitas industri di kawasan pesisir dan sampah plastik yang masuk ke dalam perairan Teluk Lampung. MgO dan CaO merupakan unsur utama pembentuk cangkang ostracoda.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak hingga kegiatan ini diselesaikan dengan baik dan lancar. Kepada tenaga Ahli Dr. Endang L. Widiastuti dari FMIPA Universitas Lampung diucapkan terima kasih atas masukan dan diskusi yang sangat berharga.

DAFTAR ACUAN

- Baskar, K., Sridhar, S.G.D., Maniyarasan, S., Hussain, S.M. dan 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 and Engineering*, 7, h. 35-42.
- Dewi, K.T., Nurdin, N., Priohandono, Y.A., dan Sinaga, A. C., 2015. Benthic foraminifera in marine sediment related to environmental changes off Bangka Island, Indonesia. *Berita Sedimentologi* 33, h.46- 57
- Dewi, K.T., Gustiantini, L., Adhirana, I., Novico, F., Priohandono, Y.A. 2015. *Kajian Perubahan Lingkungan Pra-Pasca Kegiatan Operasional PLTU Tarahan berdasarkan komponen sedimen (foraminifera dan ostracoda)*. Laporan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. (tidak dipublikasikan).
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., and Ryan, P. D., 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., 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., 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.
- Novico, F., Priohandono, Y.A., Rahardjo, P., Dewi, K.T., Zuraida, R., Sahudin, Santosa, Adhirana, I., Wijaya, P., Abiyoso, G., 2011. *Penelitian aspek kebencanaan geologi kelautan di sekitar PLTU Tarahan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. Laporan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (tidak dipublikasikan)
- Ongkosongo, O.S.R. 2000. Kondisi lingkungan fisik pesisir Panjang-Lempasing, Kotamadya Bandar Lampung. Dalam Ruyitno, Atmadja, W.S., Supangat. I., dan Sudibto, B.S., (eds). *Aspek Oseanografi Bagi Peruntukan Lahan di Wilayah Pantai Teluk Lampung*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, LIPI, h. 39 - 53.
- Rositasari, R., 2000. Karakteristik dan sebaran foraminifera sebagai refleksi dari kondisi oseanografi di Teluk Lampung. Dalam Ruyitno, Atmadja, W.S., Supangat. I., dan Sudibto, B.S., (eds). *Aspek Oseanografi Bagi Peruntukan Lahan di Wilayah Pantai Teluk Lampung*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, LIPI, h. 21-26.
- Ruiz, F., Regalado, M.L.G., Galán, E., González, M.I., Prudencio, M.I., Dias, M.I., Abad, M., Toscano, A., Prenda, J., dan García, E.X.M., 2012. Benthic foraminifera as bioindicators of anthropogenic impacts in two north African lagoons: a comparison with ostracod

- assemblages. *Revista Mexicana de Ciencias Geologicas* 29 (3), h. 527-537.
- Tanaka, G., Matsushima, Y., Maeda, H., 2012. Holocene Ostracods from the Borehole Core at Oppama Park, Yokosuka City, Kanagawa Prefecture, Central Japan: Paleo environmental Analysis and the Discovery of a Fossil Ostracod with Three-Dimensionally Preserved Soft Parts *Paleontological Research* 16 (1), h. 1-18.
- Triantaphyllou, M.V., Tsourou, T., Koukousioura, O., dan Dermitzakis, M.D., 2005. Foraminiferal and ostracod ecological patterns in coastal environments of SE Andros Island (Middle Aegean Sea, Greece). *Revue de micropaléontologie* 48, h. 279-302.
- Witasari, Y., dan Wenno, L.F., 2000. Pola sebaran pumis di sedimen dasar Teluk Lampung. Dalam Ruyitno, Atmadja, W.S., Supangat. I., dan Sudibto, B.S., (eds). *Aspek Oseanografi Bagi Peruntukan Lahan di Wilayah Pantai Teluk Lampung*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, LIPI, h. 65-76.
- Yasuhara, M., and Yamazaki, H., 2005. The impact of 150 years of anthropogenic pollution on the shallow marine ostracode fauna, Osaka Bay, Japan. *Journal of Marine Micropaleontology* (55), h. 63-74.