

Taburan Ostracoda Resen di dalam Sedimen Luar Pantai Sekitar Pulau Besar, Johor

(Distribution of Recent Ostracoda in Offshore Sediment
Around Pulau Besar, Johor)

RAMLAN OMAR* & NORASWANA NOR FAIZ

ABSTRAK

Kajian mengenai taburan ostrakod di dalam sedimen luar pantai telah dijalankan sekitar Pulau Besar, Johor. Sebanyak 11 stesen telah dipilih sebagai stesen pensampelan. Sebanyak 47 spesies ostrakod hidup dan mati daripada 37 genus dan 18 famili telah dikutip dan dikenal pasti. Sebanyak 1036 spesimen mati dan 932 spesimen hidup telah dijumpai di kawasan kajian. Spesies yang paling dominan adalah *Pistocythereis cribriformis* dan famili yang paling dominan ialah *Trachyleberididae*. Famili yang mempunyai kepelbagaian spesies terbanyak ialah *Trachyleberididae* dengan 14 spesies. Beberapa parameter fiziko-kimia telah diukur secara in-situ terdiri daripada suhu, saliniti, oksigen terlarut, pH dan kedalaman. Julat bagi setiap parameter masing-masing adalah 27.05-30.80°C, 31.20-34.01 ppt, 6.90-11.93 mg/L dan 6.60-20.50 m. Bagi parameter fiziko-kimia ex-situ seperti peratus bahan organik, pasir, lodak dan lempung dengan julat bagi setiap parameter masing-masing adalah 1.98-7.58%, 74.87-95.05%, 0.05-24.21% dan 0.75-9.74%. Tekstur sedimen di kawasan kajian boleh dikelaskan kepada pasir berlodak, pasir sangat halus, pasir halus, pasir sederhana dan pasir kasar. Indeks Shannon-Wiener, $H(S)$ yang paling tinggi dicatatkan pada stesen ST 6 dengan 2.91 dan paling rendah pada stesen ST 11 iaitu 2.26. Kelimpahan dan kepelbagaian ostrakod adalah berkait dengan ciri-ciri sedimen. Peratus lodak menunjukkan korelasi positif yang signifikan manakala suhu dan peratus pasir menunjukkan korelasi negatif yang signifikan dengan kelimpahan ostrakod bentos. Parameter-parameter fiziko-kimia yang lain tidak menunjukkan hubungan yang signifikan.

Kata kunci: Ciri-ciri sedimen; dominan; kelimpahan; kepelbagaian; ostracoda

ABSTRACT

The study on distribution of ostracods in offshore sediment was made around Pulau Besar, Johor. A total of 11 stations were chosen. A total of 47 species, both living and dead belonging to 37 genera and 18 families were collected and had been identified. A total of 1063 dead specimens and 932 living specimens of ostracoda were found in the study area. The dominant species was *Pistocythereis cribriformis* and the dominant family was *Trachyleberididae*. Family that had the most high species diversity was *Trachyleberididae* with 14 species. Several physico-chemical parameters were measured in-situ including temperature, salinity, dissolved oxygen and depth. The values for each of these parameters range from 27.05-30.80°C, 31.20-34.01 ppt, 6.90-11.93 mg/L and 6.60-20.50 m, respectively. For ex-situ physico-chemical parameters such as percentage of organic matter, sand, clay and silt with the range values for each parameter were 1.98-7.58%, 74.87-95.05%, 0.05-24.21% and 0.75-9.74%, respectively. The sediment texture in this study area can be categorized as silty sand, very fine sand, fine sand, medium sand and coarse sand. Shannon-Wiener diversity Index, $H(S)$ was highest at ST 6 station with 2.91 and lowest at ST 11 station with 2.26. The abundance and diversity of ostracod were most related to the character of the sediment. The percentage of silt were positively and significantly correlated with the abundance of ostracods while temperature and percentage of sand are negatively and significantly correlated with benthic ostracod abundance. Other parameters do not show any significant correlation.

Keywords: Abundance; character of the sediment; dominant diversity; ostracoda

PENGENALAN

Ostrakod ialah organisme kecil bersaiz mikroskopik daripada filum Arthropoda, sub-filum Crustacea, memiliki kulit dwikatup yang terdiri daripada bahan kitin dan kalsium karbonat serta mempunyai engsel di bahagian dorsalnya. Cengkerang ostrakod mempunyai dua katup kiri dan kanan yang disambung oleh ligamen (Horne et

al. 2002). Ostrakod kini telah dianggap sebagai mikrofosil penting sebagai penunjuk persekitaran. Fosil ostrakod amat berguna dalam eksplorasi gas dan cariagai minyak serta boleh dijadikan sebagai indikator untuk mengesan usia batuan dan keadaan persekitarannya. Ostrakod mempunyai sebaran stratigrafi dari Cambrian hingga ke hari ini menjadikan ianya sangat berfaedah terutamanya

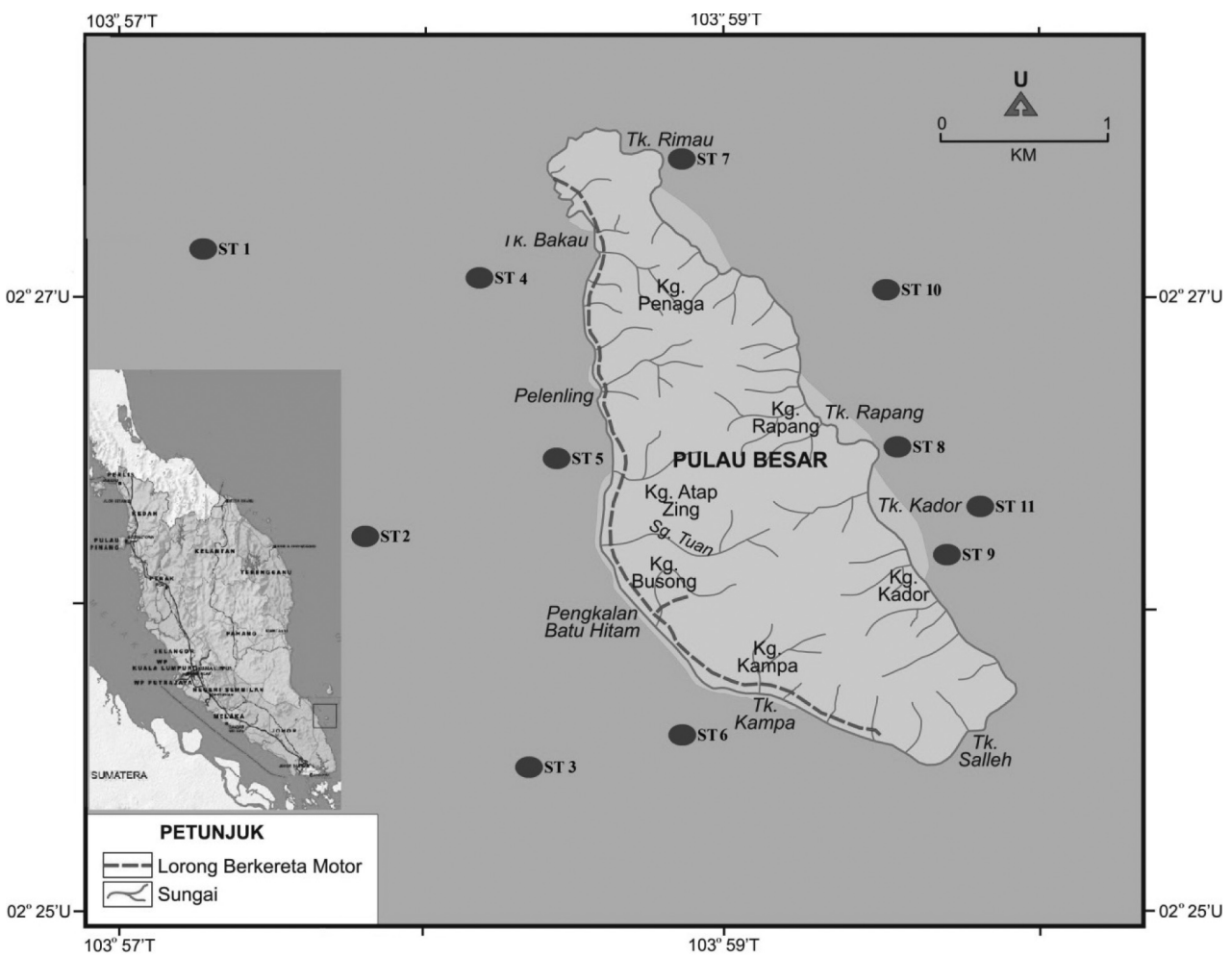
kepada ahli geologi (Brasier 1980). Kelimpahan ostrakod di kawasan marin banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor persekitaran seperti kedalaman, suhu, saliniti, kandungan bahan organik dan jenis sedimen.

Kajian mengenai ostrakod resen telah dijalankan di Selat Melaka dan sebanyak 129 spesies telah dijumpai. Penemuan yang direkodkan pada masa itu ialah sebanyak 22 spesies baru dan 2 genus baru (*Bythocytheropteron* dan *Alataconcha*) telah berjaya dikenal pasti (Whatley & Zhao 1987; 1988). Taburan dan kelimpahan ostrakod adalah tinggi di Selat Melaka. Taburannya dipengaruhi oleh faktor kandungan bahan organik dan juga tekstur sedimen. Sebanyak 101 spesies ostrakod hidup dan mati telah berjaya direkodkan dalam kajian ostrakod podokopid resen di Sungai Sedili dan Teluk Jason (Zhao & Whatley 1989). Taburan ostrakod di kawasan kajian adalah dipengaruhi oleh faktor kedalaman. Kajian yang dilakukan sebelum ini oleh Noraswana Faiz et al. (2007) sekitar Pulau Tinggi mendapati sebanyak 1975 spesimen daripada 16 famili, 36 genus dan 51 spesies telah dijumpai.

Gou (1990) merekodkan sebanyak 31 spesies daripada 21 genus di Pulau Hainan, Laut China Selatan. Zhao (2005) telah membuat kajian ostrakod sebagai bioindikator untuk mengenal pasti perubahan persekitaran di Laut China Selatan melalui komposisi fauna, kelimpahan, kepelbagaian spesies dan evolusi. Objektif kajian ini adalah melihat taburan ostrakod di kawasan kajian, mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi taburannya dan membuat perbandingan spesies dengan kawasan berdekatan.

BAHAN DAN KAEDAH

Bahan kajian ini diperolehi di sekitar Pulau Besar, Johor. Pulau Besar merupakan pulau terbesar di daerah Mersing dan terletak di dalam kawasan Laut China Selatan. Sebanyak 11 sampel sedimen telah diambil daripada 11 stesen persampelan di Pulau Besar, Johor yang berlatitud $02^{\circ}25'24''$ hingga $02^{\circ}27'29''$ U dan berlongitud $103^{\circ}57'20''$ hingga $103^{\circ}59'57''$ T (Rajah 1).



RAJAH 1. Kedudukan stesen pensampelan di Pulau Besar, Johor

KAEDAH LAPANGAN

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan alat pencakup untuk mencakup sedimen di bahagian dasar. Sedimen yang berjaya dicakup dimasukkan ke dalam beg plastik dan dilabelkan. Bagi sedimen untuk pemprosesan ostrakod, sampel sedimen diproses menggunakan kaedah ayak basah dengan siri ayak 'Retsch' yang bersaiz 2 mm dan 63 μm dengan bantuan aliran paip sederhana kuat. Proses ini dilakukan untuk menyingkirkan kandungan lempung, lodak dan sisa-sisa yang ada dalam sampel sedimen. Sedimen yang terperangkap di antara dua ayak tersebut dimasukkan dalam botol plastik. Larutan formalin 4% dimasukkan sedikit ke dalam sampel tersebut untuk tujuan pengawetan. Setiap botol dilabelkan mengikut stesen masing-masing. Alat 'Multi Parameter Display System' (YSI 556) digunakan untuk mengambil bacaan parameter fiziko-kimia *in-situ* seperti pH, saliniti, suhu dan oksigen terlarut (DO). Alat 'Depth Finder' digunakan bagi mengukur kedalaman setiap stesen persampelan.

KAEDAH MAKMAL

Sampel sedimen yang telah diawet tadi diambil dan diproses sekali lagi menggunakan kaedah ayak basah dengan siri ayak 'Retsch' bersaiz 500, 150 dan 63 μm (Sohn et al. 1965). Sampel diayak di bawah aliran air paip sederhana kuat. Subsampel yang telah diayak dan dicuci dimasukkan dalam piring petri, selepas itu beberapa titis 'rose bengal' ditambahkan dan dibiarkan selama 24 jam. Tujuan penambahan 'rose bengal' adalah untuk mengetahui jumlah ostrakod hidup dan seterusnya nisbah ostrakod hidup dan mati ditentukan. Ini kerana bahagian lembut ostrakod akan menyerap 'rose bengal' tersebut dan mengakibatkannya berwarna merah jambu, maka ostrakod ini dikira sebagai hidup manakala cengkerang yang tidak berwarna menunjukkan bahagian lembutnya tiada dan dikira sebagai mati. Seterusnya sampel tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C hingga 70°C. Setelah kering, subsampel tersebut ditimbang sebanyak 5 g dan dimasukkan ke dalam botol penyimpanan serta dilabelkan.

Hasil ayakan di atas ditaburkan di atas sekeping kad hitam tebal yang mempunyai petak-petak kecil berukuran 1 cm^2 . Sampel diteliti dan dikenal pasti di bawah mikroskop pantulan cahaya model Nikon untuk mengasingkan spesies-spesies ostrakod daripada butiran-butiran sampel. Spesimen yang dikenal pasti dikutip dengan menggunakan berus kecil separa basah. Kemudian spesimen itu disimpan dalam slaid satu lubang dan ditutup dengan slaid kaca untuk mengelakkan spesimen yang ditemui tercicir. Pengiraan spesimen yang dijumpai turut dilakukan semasa kerja pengasingan dijalankan.

PENENTUAN PARAMETER FIZIKO-KIMIA SEDIMEN

Penentuan parameter fiziko-kimia sedimen melibatkan penentuan bahan organik dan saiz partikel sedimen. Bagi penentuan bahan organik sedimen, mangkuk porselin

dan sampel sedimen ditimbang dan kemudiannya dibakar di dalam relau pada suhu 400°C semalaman dan disejukkan serta ditimbang beratnya. Peratus bahan organik sedimen dikira menggunakan formula peratus berat sedimen kering relau ditolak dengan berat sedimen dibakar dan dibahagikan dengan berat sedimen kering relau. Bagi penentuan saiz partikel sedimen, ia melibatkan pemusnahan bahan organik, persampelan untuk lodak dan lempung serta persampelan butiran bersaiz lebih 20 μm . Ini dilakukan menggunakan kaedah pipet yang berdasarkan Hukum Stokes yang mengatakan halaju butiran mendak ke dasar dipengaruhi oleh jarak dan masa (Pannier 1984). Pengelasan tekstur sedimen dilakukan berdasarkan carta segitiga tekstur sedimen (Piccard 1953) manakala pengelasan pasir dilakukan berdasarkan kaedah saiz siri ayak seperti berikut;

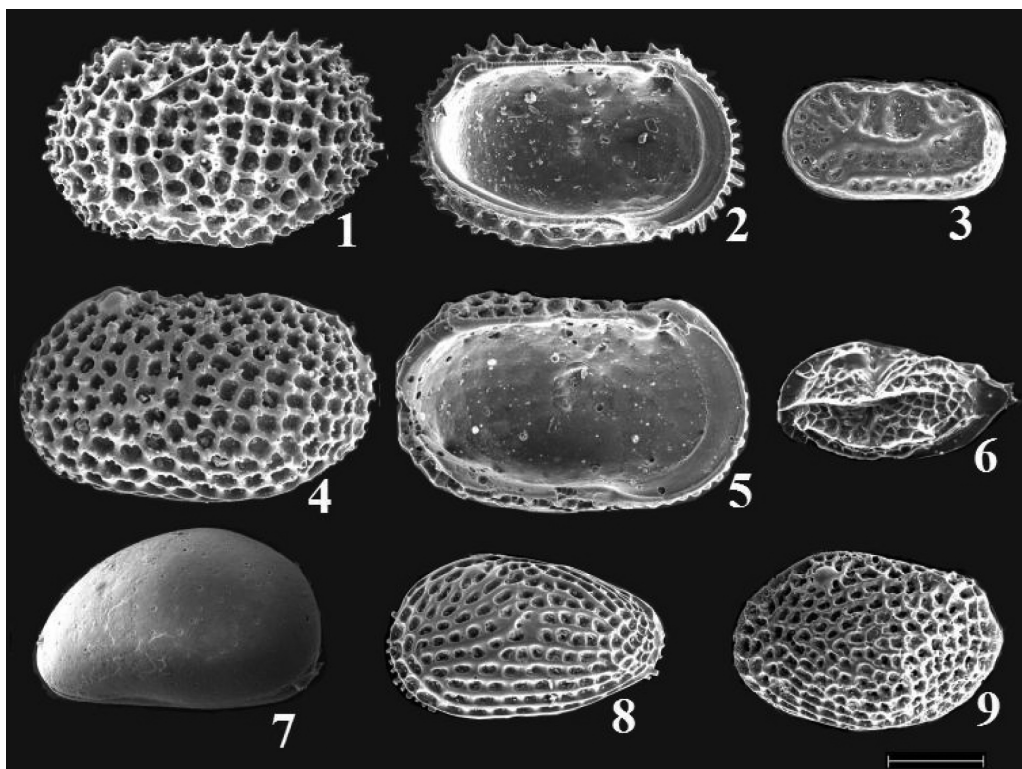
1. Kelikir	4.00 – 2.00 mm
2. Pasir sangat kasar	2.00 – 1.00 mm
3. Pasir kasar	1.00 – 0.50 mm
4. Pasir sederhana halus	0.50 – 0.25 mm
5. Pasir halus	0.25 – 0.125 mm
6. Pasir sangat halus	0.125 – 0.063 mm
7. Lodak halus	< 0.063 mm

PENGEAMAN OSTRACODA

Pengelasan spesimen ke peringkat famili dijalankan melalui pengambilan gambar dengan menggunakan mikroskop pantulan cahaya. Bagi peringkat genus dan spesies pula ditentukan melalui pengambilan gambar oleh Mikroskop Elektron Imbasan (SEM) model Philip XL 30 di Unit Mikroskopi Elektron, Fakulti Sains dan Teknologi, UKM. Seterusnya menerusi gambar yang diambil, pengelasan ostrakod dilakukan dengan membuat perbandingan terhadap ciri-ciri morfologi antara ostrakod yang dikaji dengan spesies ostrakod yang telah dikenalpasti pengkaji-pengkaji terdahulu. Beberapa gambar SEM bagi ostrakod dominan dan biasa dijumpai di kawasan kajian ditunjukkan di dalam Plat 1.

ANALISIS DATA

Analisis data melibatkan pengiraan kekerapan relatif (F) dan dominan (D). Kekerapan relatif dikira dalam peratus menggunakan formula $F = p \times 100/P$, dengan p ialah bilangan sampel dengan spesies hadir dan P ialah jumlah bilangan sampel yang dianalisis. Dominan dikira menggunakan formula $D = t \times 100/T$, dengan t ialah jumlah bilangan spesimen bagi setiap spesies dan T ialah jumlah bilangan spesimen. Analisis korelasi menggunakan perisian 'MINITAB Versi 12.1' digunakan untuk mengkaji hubungan parameter-parameter yang diukur dengan taburan dan kelimpahan ostrakod di kawasan kajian. Kelimpahan spesies ditentukan dengan menggunakan indeks kepelbagaian Shannon-Wiener. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kepelbagaian spesies bagi indeks kepelbagaian Shannon-Wiener adalah kaedah



PLAT 1. Rajah 1, 2. *Pistocythereis cribriformis* (Brady, 1865), 1. pandangan luar, katup kiri, 110x, sampel ST 2, 2. pandangan dalam, katup kiri, 110x, sampel ST 2; Rajah 3. *Cytherelloidea leroyi* Keij, 1954, pandangan luar, katup kanan, 186x, sampel ST 7; Rajah 4, 5. *Pistocythereis bradyi* (Ishizaki, 1968), 4. pandangan luar, katup kiri, 115x, sampel ST 10, 5. pandangan dalam, katup kiri, 100x, sampel ST 11; Rajah 6. *Neomonoceratina iniqua* Brady, 1868, pandangan luar, katup kiri, 150x, sampel ST 7; Rajah 7. *Xestoleberis malaysiana* Zhao dan Whatley, 1989, pandangan luar, katup kanan, 138x, sampel ST 7; Rajah 8. *Venericythere papuensis* (Brady, 1880), pandangan luar, katup kiri, 154x, sampel ST 2; Rajah 9. *Loxoconcha tumulosa* (Hu, 1979), pandangan luar, katup kiri, 162x, sampel ST 7

logaritma (ln) biasa dengan asas persamaannya adalah seperti berikut;

$$H' = \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)$$

dengan H' ialah Indeks kepelbagaian Shannon-Wiener, P_i ialah parameter populasi, S ialah spesies dan ln ialah logaritma biasa.

HASIL

PARAMETER FIZIKO-KIMIA

Daripada kajian di lapangan, didapati julat saliniti adalah antara 31.20 hingga 34.01 ppt. Nilai maksimum bagi bacaan oksigen terlarut yang dicatatkan ialah 11.93 mg/L di stesen ST 9 manakala nilai minimum ialah 6.90 mg/L di stesen ST 11. Nilai suhu yang paling tinggi dicerap pada stesen ST 4 dengan bacaan 30.80°C dan nilai paling rendah ialah 27.05°C pada stesen ST 7. Nilai maksimum bagi pH yang dicatatkan ialah 8.24 pada stesen ST 8 dan minimum pada stesen ST 4 dengan bacaan 6.40. Julat nilai

kedalaman di kawasan kajian adalah di antara 6.60 hingga 20.50 m (Jadual 1).

Bagi kandungan bahan organik, stesen ST 11 mencatatkan nilai paling tinggi iaitu 7.58% manakala stesen ST 4 mencatatkan nilai paling rendah iaitu hanya 1.98%. Peratus pasir yang maksimum dicatatkan pada stesen ST 8 iaitu 95.05% dan minimum di stesen ST 2 iaitu 74.87%. Secara keseluruhannya, peratus pasir yang dicatatkan di kawasan kajian adalah tinggi. Bagi peratus lempung pula, stesen ST 7 mencatatkan nilai maksimum iaitu sebanyak 9.74% dan stesen ST 5 mencatatkan nilai minimum iaitu dengan hanya 0.75%. Julat nilai peratus lodak adalah 0.05 hingga 24.21%. Nilai maksimum dicatatkan di stesen ST 4 dan nilai minimum pula dicatatkan di stesen ST 2. Tekstur sedimen di kawasan kajian boleh dikelaskan kepada pasir kasar, pasir sederhana, pasir halus, pasir sangat halus dan pasir berlodak (Jadual 2).

KEKERAPAN RELATIF, DOMINAN, KELIMPAHAN DAN KEPELBAGAIAN OSTRACODA

Secara keseluruhannya, sebanyak 1928 spesimen daripada 18 famili, 37 genus dan 47 spesies telah dijumpai dan dikenal pasti di dalam sedimen luar pantai sekitar

JADUAL 1. Bacaan koordinat, suhu, oksigen terlarut, saliniti, pH dan kedalaman mengikut stesen persampelan

Stesen	Koordinat	Suhu, °C	Oksigen terlarut, mg/L	Saliniti, ppt	pH	Kedalaman, m
ST 1	02°27'10"U,103°57'17"T	28.40	7.69	31.30	7.30	18.50
ST 2	02°26'12"U,103°57'44"T	27.07	7.68	31.60	7.20	17.30
ST 3	02°25'24"U,103°58'20"T	28.01	8.01	31.70	7.20	13.60
ST 4	02°27'03"U,103°58'10"T	30.80	8.11	31.90	6.40	8.20
ST 5	02°26'24"U,103°58'25"T	30.10	8.02	32.00	6.80	7.80
ST 6	02°25'34"U,103°58'52"T	27.50	8.15	33.60	8.10	6.60
ST 7	02°27'29"U,103°58'54"T	27.05	9.32	33.56	7.80	19.50
ST 8	02°26'26"U,103°59'34"T	28.72	7.34	31.20	8.24	12.40
ST 9	02°26'07"U,103°59'40"T	28.54	11.93	34.01	7.96	20.50
ST 10	02°27'06"U,103°59'57"T	28.23	8.05	32.46	7.90	19.60
ST 11	02°26'26"U,103°57'20"T	29.34	6.90	32.28	8.03	18.50

JADUAL 2. Peratus kandungan bahan organik, pasir, lempung dan lodak

Stesen	Stesen	Peratus Bahan Organik	Peratus Pasir	Peratus Lempung	Peratus Lodak	Tekstur Sedimen
ST 1	1	2.83	93.07	2.43	4.50	Pasir kasar
ST 2	2	3.62	74.87	0.92	24.21	Pasir berlodak
ST 3	3	2.93	89.79	6.98	3.23	Pasir halus
ST 4	4	1.98	93.58	6.37	0.05	Pasir halus
ST 5	5	2.35	93.74	0.75	5.51	Pasir sederhana
ST 6	6	6.42	87.60	7.28	5.12	Pasir sangat halus
ST 7	7	5.15	80.90	9.74	9.36	Pasir halus
ST 8	8	2.18	95.05	3.75	1.20	Pasir kasar
ST 9	9	2.42	83.57	8.97	7.46	Pasir halus
ST 10	10	6.24	90.12	5.10	4.78	Pasir halus
ST 11	11	7.58	81.07	9.53	9.40	Pasir kasar

Pulau Besar, Johor daripada kesemua 11 sampel. Ia terdiri daripada famili Trachyleberididae, Pontocyprididae, Bairdiidae, Paracytherididae, Cytherideidae, Loxoconchidae, Cytherellidae, Brachycytheridae, Schizocytheridae, Krithidae, Paracyprididae, Hemicytheridae, Xestoleberididae, Pectocytheridae, Leptocytheridae, Macrocyprididae, Cytheropteronidae dan Bythocytheridae (Jadual 3).

Perkumpulan fauna ini didominasi oleh famili Trachyleberididae dengan 798 spesimen ($D=41.39\%$). Ini diikuti oleh famili Cytherellidae ($D=10.32\%$), seterusnya Schizocytheridae ($D=8.71\%$), Xestoleberididae ($D=6.95\%$), Hemicytheridae ($D=6.43\%$), Brachycytheridae ($D=5.65\%$), Loxoconchidae ($D=4.60\%$), Pectocytheridae ($D=3.63\%$), Paracyprididae ($D=3.42\%$), Bairdiidae ($D=1.87\%$), Pontocyprididae ($D=1.66\%$), Leptocytheridae dan Krithidae ($D=1.45\%$), Cytherideidae ($D=0.99\%$), Cytheropteronidae ($D=0.62\%$), Macrocyprididae ($D=0.57\%$), Paracytherididae ($D=0.16\%$) dan Bythocytheridae ($D=0.10\%$). Famili

yang mempunyai kepelbagaian spesies tertinggi ialah Trachyleberididae iaitu sebanyak 14 spesies. Spesies yang paling dominan ialah *Pistocythereis cribriformis* dengan 178 spesimen ($D=9.23\%$), diikuti oleh *Neomonoceratina iniqua* ($D=7.42\%$) dan *Cytherelloidea cingulata* ($D=5.45\%$).

Kekerapan relatif yang paling tinggi daripada semua sampel dicatatkan oleh *Pistocythereis bradyi* ($F=72.73\%$), *Pistocythereis cribriformis* ($F=72.73\%$) dan *Neocytheretta snellii* ($F=72.73\%$). Kelimpahan ostrakod yang paling tinggi dicatatkan di stesen ST 2 iaitu sebanyak 493 spesimen manakala yang paling rendah adalah di stesen ST 8 iaitu hanya 42 spesimen yang telah dijumpai. Julat bagi bilangan spesies ialah 13 hingga 28. Indeks Shannon-Wiener, $H(S)$ yang paling tinggi dicatatkan ialah 2.91 pada stesen ST 6 dan paling rendah pada stesen ST 11 iaitu 2.26. Daripada keseluruhan 1928 spesimen, sebanyak 892 spesimen ostrakod hidup dijumpai dan 1036 spesimen adalah mati seperti dinyatakan dalam Jadual 4.

JADUAL 3. Taburan dan kelimpahan ostrakod di kawasan kajian mengikut stesen pensampelan

FAMILI	SPESIES	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11	JUM
Bairdiidae	<i>Paranesidea</i> sp.		1	2	1								4
	<i>Triebelina sertata</i>		1	4	2			16		4			27
	<i>Bairdoppilata</i>						3			2			5
	<i>paraacratericola</i>												
Cytherellidae	<i>Cytherella semitalis</i>	1	18		4			4			5		32
	<i>Cytherelloidea cingulata</i>		8			1	1	18			1	9	38
	<i>Cytherelloidea leroyi</i>		20	1				37		13	18	16	105
	<i>Cytherelloidea malaccaensis</i>	4	9			6			3			2	24
Macrocypridae	<i>Macrocypris decora</i>	1	2			2			2			4	11
Paracypridae	<i>Phlyctenophora orientalis</i>		52				14						66
Pontocypridae	<i>Propontocypris</i> sp.			5	1		5		1	1			13
	<i>Argillocea</i> sp.						19						19
Schizocytheridae	<i>Neomonoceratina delicata</i>		13				4				7	1	25
	<i>Neomonoceratina iniqua</i>	2	37				5	59		11	7	22	143
Xestoleberidae	<i>Xestoleberis malaysiana</i>			4			46	24		6	2	3	85
	<i>Feveoleberis cypraedoides</i>	5	28	4			1		3			2	43
	<i>Ornatoleberis morkhoveni</i>				2	1					1	2	6
Loxoconchidae	<i>Loxoconcha liljeborgii</i>	7			4		1		2				14
	<i>Loxoconcha tumulosa</i>		10	6		13		34			12		75
Leptocytheridae	<i>Tanella</i> sp.			2		4	8	2		12			28
Pectocytheridae	<i>Keijia labyrinthica</i>	2	19	3		5	27			14			70
Krithidae	<i>Parakrithella pseudadonta</i>		9	6	5	8							28
Cytherideidae	<i>Miocyprideis spinulosa</i>				2			12			5		19
Paracytheridae	<i>Paracytheridea tschoppi</i>					1				1	1		3
Cytheropteronidae	<i>Cytheropteron</i> sp.				3	2	2			4	1		12
Hemicytheridae	<i>Hemicytheridea reticulata</i>		16	1				5	4				26
	<i>Hemicytheridea cancellata</i>				10	2	5			1	8	1	27
	<i>Caudites</i> sp.	2	5		3	12	14			2		1	39
	<i>Neobuntonia</i> cf. <i>guttata</i>	1	7				5	11	3		1	1	29
	<i>Hermanites deltoides</i>					2					1		3
Trachyleberidae	<i>Actinocythereis scutigera</i>	4	23	3			5	21		8	2	2	62
	<i>Henryhowella keutapangensis</i>				5				4	6	19	1	36
	<i>Bradleya pitalia</i>											24	5
	<i>Pistocythereis bradyi</i>			3	1		5	22		4	28	11	103
	<i>Pistocythereis cribriformis</i>		12	4	15	5	24		6	26	14		178
	<i>Pistocythereis euplectella</i>		67	16	1	4					5		16
	<i>Pistocythereis</i> sp.					2	21		10			2	23
	<i>Venericythere darwini</i>							7					24
	<i>Venericythere papuensis</i>			21	5		12						71
	<i>Keijella apta</i>		38	8			3	15	2			2	43
	<i>Keijella multisulcus</i>		13	6		2	20	37			2		80
	<i>Borneocythere paucipunctata</i>		13				2		1	14	3		20
	<i>Lankacythere coralloides</i>			2	7	6	24				4		43
<i>Trachyleberis</i> sp.	5	45	4			26	14					94	
Brachyocytheridae	<i>Neocytheretta snellii</i>	7	27	2	1		12		1	1	8		59
	<i>Hemikritha orientalis</i>	4		5	8		2	4			12	1	34
	<i>Atjehella semiplicata</i>				1					13			16
Bythocytheridae	<i>Bythoceratina</i> sp.				1	1							2
	JUMLAH	45	493	112	82	79	316	342	42	144	168	105	1928

JADUAL 4. Bilangan spesimen, bilangan spesies (S), kelimpahan ostrakod hidup dan mati, Indeks Kepelbagaian Shannon-Wiener, H(S) mengikut stesen pensampelan

Stesen	Bilangan Spesimen	Bilangan Spesies, (S)	Kelimpahan		Indeks Shannon-Wiener H(S)
			Hidup	Mati	
ST 1	45	13	25	20	2.38
ST 2	493	25	211	282	2.89
ST 3	112	22	38	74	2.78
ST 4	82	21	40	42	2.70
ST 5	79	19	47	32	2.63
ST 6	316	28	122	194	2.91
ST 7	342	18	203	139	2.61
ST 8	42	13	19	23	2.33
ST 9	144	20	60	84	2.61
ST 10	168	24	77	91	2.76
ST 11	105	18	50	55	2.26

Berdasarkan analisis korelasi Pearson yang dijalankan, parameter fiziko-kimia iaitu suhu, peratus pasir dan peratus lodak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kelimpahan ostrakod bentos. Peratus lodak menunjukkan korelasi positif yang signifikan manakala suhu dan peratus pasir menunjukkan korelasi negatif yang signifikan dengan kelimpahan ostrakod bentos (Jadual 5). Parameter-parameter fiziko-kimia yang lain tidak menunjukkan hubungan yang signifikan.

PERBINCANGAN KELIMPAHAN DAN KEPELBAGAIAN OSTRACODA

Bagi kajian ini, terma melimpah, biasa dan jarang telah digunakan bagi menerangkan kehadiran sesuatu spesies di kawasan yang dikaji. Terma melimpah digunakan pada sesuatu spesies yang menunjukkan peratusan lebih daripada 10% daripada jumlah spesimen yang ditemui, biasa bagi sesuatu spesies yang mempunyai peratusan 5 hingga 10% dan jarang bagi spesies yang peratusannya kurang daripada 5%. Kebanyakan spesies yang dijumpai adalah berada dalam aras populasi 1 hingga 5% iaitu sebanyak 28 spesies. Hanya 1 spesies sahaja yang

beraras populasi melimpah (>10%) iaitu *Pistocythereis cribriformis*. Manakala 3 spesies dikelaskan dalam aras populasi biasa dijumpai iaitu *Pistocythereis bradyi*, *Cytherelloidea leroyi* dan *Neomonoceratina iniqua*. Spesies-spesies dominan ini mempunyai taburan meluas dan telah dilaporkan sebelum ini di Selat Melaka, Laut China Selatan dan Laut Jawa. Selebihnya adalah kurang daripada 1%. Dewi (1997) dalam kajiannya terhadap taburan ostrakod di barat Pulau Bawean, Laut Jawa melaporkan sebanyak 4 spesies sahaja menunjukkan aras populasi lebih daripada 5%, 23 spesies menunjukkan aras populasi 1 hingga 5% dan 86 spesies menunjukkan aras populasi kurang daripada 1%.

Ostrakod merupakan mikroorganisma yang sensitif terhadap perubahan persekitaran. Kebanyakan ostrakod tidak sesuai pada suhu sekitaran yang tinggi. Bagi kawasan tropika, suhu kurang mempengaruhi taburan ostrakod disebabkan perbezaan suhu yang tidak ketara dari satu kawasan ke kawasan yang lain. Walau bagaimanapun, hasil daripada analisis korelasi menunjukkan terdapatnya hubungan signifikan yang negatif ($r=-0.72$; $p=0.01$) di antara suhu dan kelimpahan ostrakod bentos. Suhu air bergantung pada kedalaman air, jasad air dan arus air.

JADUAL 5. Nilai pekali korelasi dan aras signifikan antara suhu, peratus pasir dan peratus lodak dengan kelimpahan ostrakod bentos

Parameter fiziko-kimia	Kelimpahan ostrakod (bilangan individu per 5 g)	
	Pekali korelasi, r	Aras signifikan, p
Suhu	-0.72	0.01
Peratus pasir	-0.79	0.00
Peratus lodak	0.80	0.00

Signifikan pada $p<0.05$

Terdapat sesetengah spesies yang boleh beradaptasi pada suhu sekitaran yang pelbagai dan ada sesetengah spesies yang hanya boleh beradaptasi pada suhu tertentu (Moore 1961). Spesies dari kawasan sejuk mempunyai karapak yang dua kali ganda lebih tebal berbanding spesies dari kawasan panas. Kelimpahan dan kepelbagaian ostrakod cenderung bertambah dari kawasan kutub menuju ke kawasan tropik (Dewi & Kapid 2004).

Kelimpahan dan kepelbagaian ostrakod adalah berkait rapat dengan ciri-ciri sedimen. Machado et al. (2005) melaporkan saiz butiran sedimen merupakan salah satu faktor yang signifikan yang mengawal struktur populasi, kepadatan dan spesies sesuatu organisme. Butiran pasir halus dengan jumlah peratusan lempung dan lodak yang tinggi adalah lebih sesuai dengan habitat ostrakod bentos. Ini turut dibuktikan daripada hasil kajian yang menunjukkan kelimpahan ostrakod adalah paling tinggi di stesen ST 2 (493 spesimen) yang bertekstur sedimen pasir berlodak. Indeks Kepelbagaian Shannon-Wiener, H(S) mencatatkan nilai tertinggi iaitu 2.91 pada stesen ST 6 yang bertekstur sedimen pasir sangat halus dan diikuti stesen ST 2 iaitu 2.89. Kelimpahan paling rendah dicatatkan pada stesen ST 8 (42 spesimen) dan ST 1 (45 spesimen) yang bertekstur sedimen pasir kasar. Kepelbagaian ostrakod juga berkurang di kawasan yang bersedimen kasar. Ini dibuktikan dengan nilai Indeks Kepelbagaian Shannon-Wiener, H(S) yang paling rendah dicatatkan pada stesen ST 11 iaitu 2.26 dan stesen ST 8 (H(S)=2.33) yang bertekstur sedimen pasir kasar.

Menurut Brasier (1980), sedimen berbutir kasar seperti pasir hanya dapat menyokong populasi ostrakod dalam jumlah yang kecil manakala sedimen berbutir halus seperti lodak dapat menampung populasi yang lebih besar dan pelbagai. Sedimen berbutir halus dan berlumpur adalah sesuai untuk habitat ostrakod yang mempunyai cengkerang yang licin dan nipis. Sedimen lodak yang halus dapat menyimpan lebih banyak bahan nutrien berbanding dengan sedimen pasir. Sedimen lodak ini berupaya memerangkap kandungan bahan organik yang lebih tinggi. Ini secara tidak langsung memberi sumber makanan kepada ostrakod. Analisis korelasi yang dijalankan turut membuktikan terdapatnya hubungan yang signifikan ($r=0.80$; $p=0.00$) di antara peratusan lodak dengan kelimpahan ostrakod bentos.

Secara umumnya, ostrakod merupakan mikroorganisme yang bercengkerang nipis. Oleh itu, sedimen yang mempunyai kandungan pasir yang tinggi akan menyebabkan cengkerangnya mudah pecah disebabkan oleh pergeseran dengan butiran pasir yang besar dan juga tindakan ombak yang aktif (Puri 1971). Sedimen pasir juga mempunyai jumlah kandungan bahan organik dan nutrien yang rendah. Analisis korelasi yang dijalankan turut membuktikan terdapatnya hubungan yang signifikan ($r=-0.79$; $p=0.00$) di antara peratusan pasir dengan kelimpahan ostrakod bentos di mana semakin tinggi kandungan pasir, semakin rendah bilangan ostrakod.

PERBANDINGAN

Daripada 47 spesies yang berjaya dikenalpasti di kawasan kajian, sebanyak 36 spesies pernah direkodkan sebelum ini. Analisis mengenai spesies-spesies ini dan perbandingan yang dibuat dengan kawasan-kawasan yang berdekatan menunjukkan terdapat percampuran fauna yang tinggi di Pulau Besar, mempunyai perhubungan yang rapat dengan fauna yang dijumpai sebelum ini di Teluk Jason dan Sungai Sedili, tenggara Semenanjung Malaysia, Selat Melaka dan Laut Jawa. Sebanyak 29 spesies telah dilaporkan sebelum ini di Selat Melaka (Whatley & Zhao 1987, 1988). Antara yang paling dominan ialah *Pistocythereis cribriformis*, *Pistocythereis bradyi*, *Neomonoceratina iniqua* dan *Cytherelloidea leroyi*. Manakala sebanyak 25 spesies pernah direkodkan di Sungai Sedili dan Teluk Jason, tenggara Semenanjung Malaysia (Zhao & Whatley 1989). Spesies-spesies yang biasa dijumpai di kedua-dua kawasan ialah *Phlyctenophora orientalis*, *Neocytheretta snellii* dan *Xestoleberis malaysiana*. Kajian mengenai taburan ostrakod di Laut Jawa, Indonesia merekodkan 130 spesies (Dewi 1997) dan daripadanya sebanyak 26 spesies dijumpai di Pulau Besar seperti *Hemikrithe orientalis*, *Keijella multisulcus*, *Foveoleberis cypradoidea*, *Hemicytheridea reticulata* dan *Venericythere papuensis*. Sebanyak 21 spesies telah dijumpai di Pulau Besar dan Laut China Selatan (Gou 1990). Di antara spesies-spesies tersebut ialah *Triebelina sertata*, *Macrocypris decora*, *Loxococoncha liljeborgii*, *Parakrithella psuedadonta* dan *Hermanites deltoidea*. 11 spesies adalah pertama kali direkodkan di Malaysia dan kawasan berdekatnya. Antaranya ialah *Neobuntonia cf. guttata*, *Tanella* sp., *Pistocythereis* sp. dan *Bythoceratina* sp.

KESIMPULAN

Hasil kajian yang dijalankan di sekitar Pulau Besar, Johor menunjukkan bahawa ostrakod di sini terdiri daripada pelbagai spesies dan pernah dicatatkan sebelum ini di perairan yang berhampiran. Sebanyak 1928 spesimen telah ditemui. Daripada jumlah ini, ostrakod ini dikategorikan kepada 18 famili, 37 genus dan 47 spesies. Famili yang paling dominan adalah Trachyleberididae yang mencatatkan 798 spesimen. Kepelbagaian spesies yang paling tinggi adalah juga dari famili Trachyleberididae dengan jumlah 14 spesies. Spesies yang paling dominan di kawasan kajian ini ialah *Pistocythereis cribriformis* dengan jumlah sebanyak 178 spesimen.

Semasa persampelan dilakukan, beberapa parameter fiziko-kimia telah diukur iaitu suhu, oksigen terlarut, kedalaman, saliniti, pH, peratus bahan organik, peratus pasir, peratus lempung dan peratus lodak. Hanya suhu, peratus pasir dan peratus lodak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kelimpahan ostrakod bentos. Ini menunjukkan faktor-faktor ini saling berkait dan memainkan peranan dalam mempengaruhi taburan ostrakod di kawasan kajian. Tekstur sedimen di kawasan

kajian ini terdiri daripada pasir kasar, pasir sederhana, pasir halus, pasir sangat halus dan pasir berlodak.

RUJUKAN

- Brasier, M.D. 1980. *Microfossils*. London: George Allen & Unwin.
- Dewi, K.T. 1997. *Ostracoda from the Java Sea, west of Bawean Island, Indonesia*. Australia: Department of Geology, University of Wollongong.
- Dewi, K.T. & Kapid, R. 2004. *Ostracoda: Objek alternatif untuk studi mikropaleontologi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Gou, Y. 1990. Recent ostracoda from Hainan Island, South China Sea. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 123: 19-36.
- Horne, D.J., Cohen, A. & Martens, K. 2002. Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and Living Ostracoda. *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research Geophysical Monograph* 131: 5-36.
- Machado, C.P., Coimbra, J.C. & Carreno, A.L. 2005. The ecological and zoogeographical significance of the sub-Recent ostracoda off Cabo Frio, Rio de Janeiro State, Brazil. *Marine Micropaleontology* 55: 235-253.
- Moore, R.C. 1961. *Treatise on invertebrate paleontology: Part Q, Arthropoda 3. Crustacea: Ostracoda*. The Geological Society of America and University of Kansas Press. London: Chapman & Hall.
- Noraswana Nor Faiz, Ramlan Omar & Basir Jasin. 2007. Taburan Ostrakod di dalam Sedimen Luar Pantai di Sekitar Pulau Tinggi, Johor. *Sains Malaysiana* 36(2): 139-148.
- Pannier, F. 1984. Analysis of soil, plant and water component. Dlm. *The mangrove ecosystem: research methods*. Snedaker, J.S. & Snedaker, J.G. United Kingdom: United Nation Educational.
- Piccard, M.D. 1953. *Sedimentary Rocks*. New York: Harper & Row Publishers.
- Puri, H.S. 1971. Distribution of ostracodes in the oceans. *The Micropaleontology of Oceans*.
- Sohn, I.G., Berdan, J.M. & Peck, R.E. 1965. Ostracods. In. *Handbook of Paleontological Techniques*, edited by Kummel, B. and Raup, D. San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Whatley, R.C. & Zhao, Q. 1987. The recent ostracods of Malacca Straits (Part I). *Revista Espanola de Micropaleontologia* 19(3): 327-366.
- Whatley, R.C. & Zhao, Q. 1988. The recent ostracods of Malacca Straits (Part II). *Revista Espanola de Micropaleontologia* 20(1): 5-37.
- Zhao, Q. & Whatley, R.C. 1989. Recent podocypid ostracods of the Sedili River and Jason Bay, southeastern Malay Peninsula. *Micropaleontology* 35: 168-187.
- Zhao, Q. 2005. Late Cainozoic ostracod faunas and paleoenvironmental changes at ODP site 1148, South China Sea. *Marine Micropaleontology* 54: 27-47.

Ramlan Omar* & Noraswana Nor Faiz
 Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam
 Fakulti Sains dan Teknologi
 Universiti Kebangsaan Malaysia
 43600 UKM Bangi, Selangor
 Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: rbo@ukm.my

Diserahkan: 8 April 2009

Diterima: 29 September 2009