

Taburan Ostrakod di dalam Sedimen Luar Pantai di Sekitar Pulau Tinggi, Johor (Distribution of Ostracods in Offshore Sediment around Pulau Tinggi, Johor)

NORASWANA NOR FAIZ, RAMLAN OMAR & BASIR JASIN

ABSTRAK

Suatu kajian mengenai taburan ostrakod dalam sedimen luar pantai telah dilakukan di sekitar Pulau Tinggi, Johor. Sebanyak 11 stesen telah ditentukan sebagai kawasan persampelan. Kelimpahan ostrakod di kawasan kajian ini adalah tinggi. Sebanyak 1,975 spesimen yang terdiri daripada 16 famili, 36 genus dan 51 spesies telah dijumpai. Famili Trachyleberididae mempunyai kepelbagaian spesies yang paling tinggi dengan 19 spesies ditemui dan famili ini juga adalah yang paling dominan dengan 589 spesimen ditemui. Spesies paling dominan ialah *Loxococoncha malayensis* dengan 131 jumlah spesimen. Beberapa parameter fiziko-kimia in-situ iaitu suhu, oksigen terlarut (DO), kedalaman, saliniti dan pH telah diukur. Nilai julat masing-masing ialah 26.29-29.02°C, 4.49-6.87 mg/l, 8.30-35.00 m, 34.01-38.90 ppt dan 8.11-8.20. Bagi parameter fiziko-kimia yang diukur secara ex-situ iaitu peratus bahan organik, pasir, lempung dan lodak pula, nilai julat masing-masing ialah 4.91-10.73%, 88.41-97.26%, 0.84-7.49% dan 1.89-6.22%. Tekstur sedimen di kawasan kajian ini boleh dikelaskan kepada pasir kasar, pasir sederhana dan pasir halus. Tekstur yang paling dominan adalah jenis pasir sederhana. Analisis korelasi menunjukkan bahawa saliniti, peratus bahan organik, peratus lempung, dan peratus lodak mempunyai hubungan korelasi positif dan signifikan dengan kelimpahan ostrakod manakala suhu dan peratus pasir menunjukkan hubungan korelasi negatif yang juga signifikan dengan kelimpahan ostrakod. Parameter-parameter lain tidak menunjukkan hubungan yang signifikan.

Kata kunci: Taburan; ostrakod; sedimen luar pantai; Pulau Tinggi

ABSTRACT

A study was conducted to determine the distribution of ostracods in offshore sediment around Pulau Tinggi, Johor. A total of 11 stations were determined as sampling area. The abundance of ostracods is high in this study area. A total of 1,975 specimens were found belonging to 16 families, 36 genera and 51 species. Family Trachyleberididae has the highest diversity of species with 19 species recorded and the most dominant family with 589 specimens. The most dominant species is *Loxococoncha malayensis* with 131 specimens. Several in-situ physico-chemical parameters such as temperature, dissolved oxygen (DO), depth, salinity and pH were measured. The range values for each of these parameters are 26.29-29.02°C, 4.49-6.87 mg/l, 8.30-35.00 m, 34.01-38.90 ppt and 8.11-8.20, respectively. For ex-situ physico-chemical parameters such as percentage of organic matter, sand, clay and silt, the range values for each parameters were 4.91-10.73%, 88.41-97.26%, 0.84-7.49% and 1.89-6.22%, respectively. The sediment texture in this study area can be categorized as fine, medium and coarse sand. The most dominant texture is medium sand. Correlation analysis shows that salinity, the percentages of organic matter, clay and silt are positively and significantly correlated with the abundance of ostracods while temperature and percentage of sand are negatively and significantly correlated with ostracod abundance. Other parameters do not show any significant correlation.

Keywords: Distribution; ostracods; offshore sediment; Pulau Tinggi

PENGENALAN

Ostrakod ialah organisma kecil daripada filum Arthropoda, sub-filum Crustacea, memiliki kulit dwikatup yang terdiri daripada bahan kitin dan kalsium karbonat serta mempunyai engsel di bahagian dorsalnya. Ostrakod mempunyai saiz antara 0.15 hingga 2 mm dan biasanya ditemui di sekitaran laut, tasik, sungai dan paya. Ostrakod yang hidup berenang dekat bahagian permukaan air dikenali sebagai organisma pelagos manakala yang hidup di atas sedimen di bahagian dasar dikenali sebagai organisma bentos. Cengkerang ostrakod mempunyai dua

katup kiri dan kanan yang disambung oleh ligamen. Katup berfungsi sebagai pelindung bahagian badan lembut. Secara umum, bahagian lembut ostrakod terbahagi kepada kepala dan toraks yang bersambung dengan abdomen. Ostrakod mempunyai 5 hingga 7 pasang anggota pada badannya yang berbagai bentuk dan fungsi (Pokorny 1978). Cengkerang ostrakod yang kaya dengan kalsium karbonat selalunya membentuk fosil.

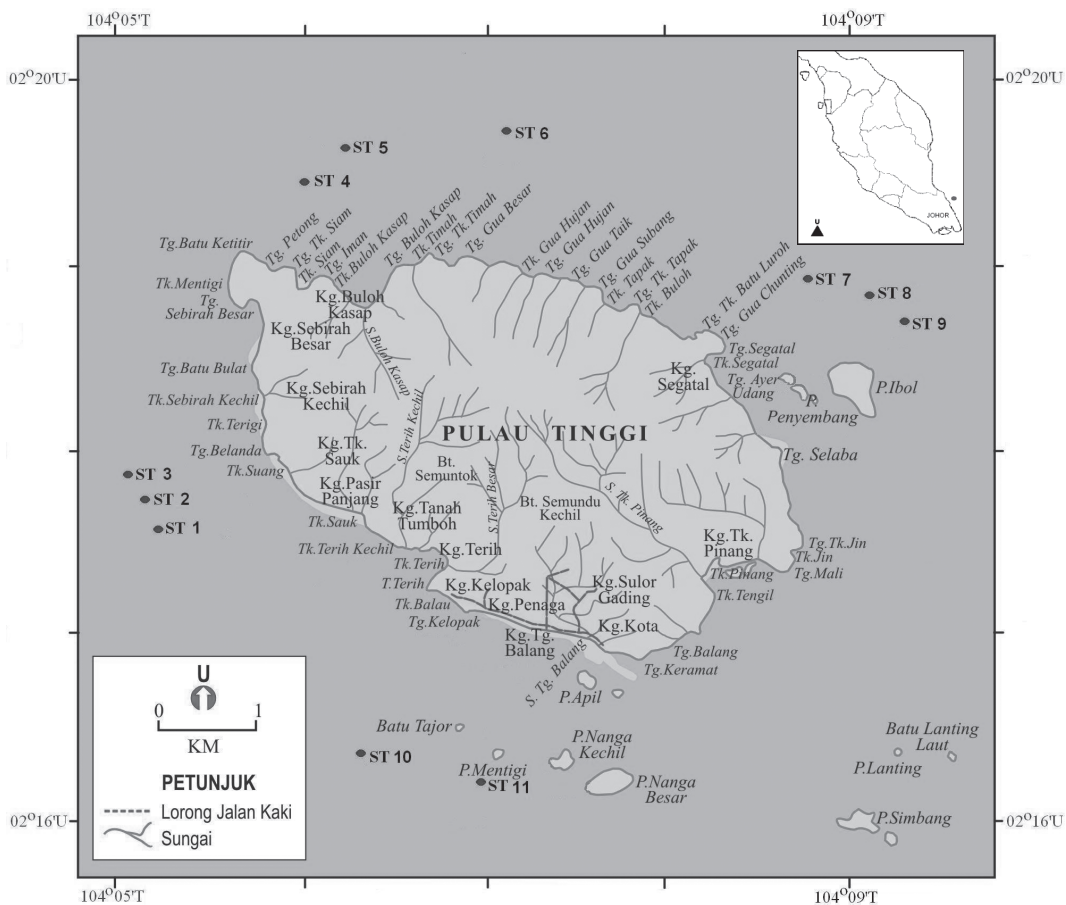
Lazimnya ostrakod bergerak dengan cara merayap pada permukaan dasar laut atau mengorek pada lapisan sedimen di dasar laut atau tasik. Ostrakod menunjukkan

bentuk diamorfisma iaitu jantan dan betina. Ostrakod betina selalunya mempunyai karapas lebih cembung. Ostrakod boleh membiak secara partenogenesis atau singami. Ostrakod mempunyai sistem penghadaman, organ genital yang kompleks, sistem saraf pusat dan kebanyakannya mempunyai mata di bahagian dorsal. Cara pemakanan kebanyakan spesies ostrakod adalah dengan cara menyaring makanan dan memerangkap partikel kecil dengan bulu keras yang dipunyainya. Sistem nutrisi ostrakod terdiri daripada pemakanan secara penapisan (filter-feeding) dan pemakanan endapan (deposit-feeding) (Pokorny 1978). Makanannya terdiri daripada kumpulan alga kecil, bahan ampaian dan hidupan mikroskopik, lumpur serta haiwan yang telah reput (Pokorny 1978). Sebagaimana Arthropoda lain, ostrakod mempunyai tahap ontogeni sendiri. Sebahagian ostrakod mengalami 8 peringkat tahap instar sebelum mencapai tahap dewasa.

Ostrakod kini telah dianggap sebagai mikrofosil yang sama pentingnya seperti foraminifera sebagai penunjuk persekitaran. Bahan kimia yang terdapat pada cengkerangnya boleh digunakan untuk menunjukkan keadaan persekitarannya. Ini kerana setiap individu memiliki tahap toleransi bahan kimia yang berbeza. Fosil ostrakod amat berguna dalam eksplorasi gas dan carigali

minyak serta boleh dijadikan sebagai indikator untuk menentu usia batuan dan persekitarannya. Ostrakod mula muncul sejak Kambrian dan terus hingga ke hari ini. Fenomena ini telah menjadikan organisme ini sangat berfaedah terutamanya kepada ahli geologi (Moore 1961).

Whatley dan Zhao (1987 & 1988) telah menjalankan kajian ostrakod di Selat Melaka mendapati ostrakod mempunyai taburan dan komposisi yang tinggi di kawasan tersebut serta taburannya dipengaruhi oleh tekstur sedimen dan juga kandungan bahan organik dalam sedimen tersebut. Zhao dan Whatley (1989) telah menjalankan kajian ostrakod podokopid di Sungai Sedili dan Teluk Jason yang terletak di bahagian selatan Semenanjung Malaysia. Beberapa spesies baru telah berjaya dijumpai dan taburan ostrakod di kawasan tersebut dipengaruhi oleh faktor kedalaman. Mostafawi et al. (2005) telah menjalankan kajian taksonomi ostrakod di Bali, Indonesia. Kajian mendapati kebanyakan spesies yang dijumpai telah direkodkan sebelum ini sekitar zon tropika Indo-barat Pasifik. Zhao (2005) telah menjalankan penyelidikan dengan menggunakan ostrakod sebagai bioindikator bagi mengenal pasti perubahan persekitaran di Laut China Selatan melalui komposisi fauna, kelimpahan, kepelbagaian spesies dan evolusi.



RAJAH 1. Lokasi kawasan pensampelan di Pulau Tinggi, Johor

BAHAN DAN KAEDAH

KAWASAN PENSAMPELAN

Kajian ini dilakukan di sekitar kawasan luar pantai Pulau Tinggi di antara latitud $02^{\circ}16'03''\text{U}$ hingga $02^{\circ}19'30''\text{U}$ dan longitud $104^{\circ}05'22''\text{T}$ hingga $104^{\circ}09'13''\text{T}$ (Rajah 1). Pulau Tinggi mendapat nama daripada kedudukannya yang tinggi mencecah 2,000 kaki di atas aras laut. Ianya terletak kira-kira 20 batu nautika (37 km) dari tenggara Mersing, timur negeri Johor. Perjalanan dengan menaiki bot dari Mersing ke Pulau Tinggi mengambil masa kira-kira 45 minit.

PENGAMBILAN SEDIMEN DAN PENENTUAN PARAMETER IN-SITU

Sebanyak 11 sampel sedimen diambil dengan menggunakan alat Grab Sampler jenis Petite Ponar. Sampel sedimen dibasuh di bawah pancutan air paip sederhana kuat dan diayak dengan menggunakan penapis ayak Retsch bersiri 2 mm dan $63\ \mu\text{m}$ untuk menyingkirkan kandungan lempung, lodak dan sisa-sisa tumbuhan laut. Kemudian ditambahkan formalin bagi tujuan pengawetan dan dimasukkan ke dalam botol. Alat Multi Parameter Display System (YSI 556) digunakan untuk mengambil bacaan parameter fiziko-kimia in-situ seperti pH, saliniti, suhu dan oksigen terlarut (DO). Echo Sounder digunakan bagi mengukur kedalaman setiap stesen pensampelan.

PENENTUAN PARAMETER FIZIKO-KIMIA SEDIMEN DAN PEMROSESAN SAMPEL OSTRAKOD

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 oven ditolak dengan berat sedimen dibakar dan dibahagikan dengan berat sedimen kering oven. Bagi penentuan saiz partikel sedimen, ia melibatkan pemusnahan bahan organik, pensampelan untuk lodak dan lempung serta pensampelan butiran bersaiz lebih $20\ \mu\text{m}$. Ini dilakukan menggunakan kaedah pipet yang berdasarkan Hukum Stokes yang mengatakan halaju butiran mendak ke dasar dipengaruhi oleh jarak dan masa (Pannier 1984). Pengelasan dilakukan berdasarkan carta segitiga tekstur sedimen dengan mengetahui kehadiran setiap kumpulan saiz partikel dalam sedimen.

Dalam pemprosesan sampel ostrakod, sampel diasingkan dengan menggunakan kaedah pencucian dan ayak basah. Sampel dibasuh di bawah pancutan air paip sederhana kuat dan diayak dengan menggunakan penapis ayak Retsch bersiri $500\ \mu\text{m}$, $125\ \mu\text{m}$ dan $63\ \mu\text{m}$ dan seterusnya diletakkan larutan Rose Bengal bagi tujuan mengenal pasti nisbah ostrakod hidup dan mati. Kemudian sampel dibiarkan kering semalaman. Sampel yang telah kering tadi disimpan dan dilabel mengikut saiz bagi setiap stesen persampelan.

PENGIRAAN DAN PENGECAMAN OSTRAKOD

Pengiraan dan pengecaman ostrakod dilakukan menggunakan Mikroskop Pantulan Cahaya (LM) dan Mikroskop Imbasan Elektron (SEM). Sampel dengan saiz berbeza akan ditaburkan di atas kad berwarna hitam dan dikutip serta diasingkan dengan berus halus separa basah dengan bantuan Mikroskop Pantulan Cahaya (LM). Kemudian sampel ostrakod disimpan di dalam slaid penyimpanan mengikut stesen persampelan. Sampel yang terbaik mewakili setiap spesies yang dijumpai, dipilih untuk diambil gambarnya menggunakan Mikroskop Imbasan Elektron (SEM) di Unit Mikroskopi Elektron, UKM bagi memudahkan proses pengecaman. Seterusnya menerusi gambar yang diambil, pengecaman ostrakod dilakukan dengan membuat perbandingan terhadap ciri-ciri morfologi antara ostrakod yang dikaji dengan spesies ostrakod yang telah dikenal pasti pengkaji-pengkaji terdahulu.

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 = bilangan sampel di mana spesies hadir dan P = jumlah bilangan sampel yang dianalisis. Dominan dikira menggunakan formula $D = t \times 100/T$, di mana t = jumlah bilangan spesimen bagi setiap spesies dan T = 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.

HASIL

PARAMETER FIZIKO-KIMIA IN-SITU

Bagi parameter fiziko-kimia in-situ, parameter-parameter yang diukur ialah suhu, oksigen terlarut (DO), saliniti, kedalaman dan pH. Suhu adalah faktor utama yang mempengaruhi dan menentukan komposisi ostrakod (Pokorny 1978). Daripada data yang telah diperolehi, didapati stesen 6 mencatatkan suhu yang tertinggi iaitu 29.02°C manakala stesen 9 mencatatkan suhu yang terendah iaitu 26.29°C . Secara puratanya kebanyakan stesen mempunyai suhu sekitar 27.71°C . Perbezaan suhu mungkin disebabkan oleh perbezaan kedalaman stesen. DO adalah nilai oksigen terlarut di dalam air. Berdasarkan cerapan yang telah dilakukan, stesen 9 mencatatkan nilai tertinggi iaitu $6.87\ \text{mg/l}$ manakala stesen 6 mencatatkan nilai terendah iaitu $5.49\ \text{mg/l}$. Untuk nilai pH, dicatatkan bacaan julatnya di antara 8.11 hingga 8.20 dan julat kedalaman adalah di antara 8.30 m hingga 35.00 m. Manakala bagi saliniti pula, nilai tertinggi iaitu 35.90 ppt dicatatkan oleh stesen 5 dan nilai terendah iaitu 34.01 ppt dicatatkan oleh stesen 1 (Jadual 1).

Berdasarkan analisis korelasi Pearson yang telah dilakukan, didapati bahawa parameter in-situ yang

JADUAL 1. Lokasi kedudukan dan parameter in-situ kawasan kajian

Stesen	Lokasi kedudukan	pH	Suhu (°C)	Kedalaman (m)	Oksigen Terlarut (mg/L)	Saliniti (ppt)
1	02°17'38"U, 104°05'34"T	8.12	28.39	30.80	5.94	34.01
2	02°17'46"U, 104°05'29"T	8.15	28.39	28.80	5.87	34.09
3	02°17'55"U, 104°05'22"T	8.11	27.34	31.50	6.38	34.83
4	02°19'21"U, 104°06'07"T	8.17	26.73	19.80	6.53	35.31
5	02°19'25"U, 104°06'25"T	8.15	26.69	24.10	6.36	35.90
6	02°19'30"U, 104°07'01"T	8.15	29.02	24.60	5.49	35.63
7	02°18'48"U, 104°08'50"T	8.18	28.07	31.90	6.06	35.56
8	02°18'43"U, 104°09'03"T	8.18	26.93	34.50	6.64	35.18
9	02°18'31"U, 104°09'13"T	8.20	26.29	35.00	6.87	35.67
10	02°16'20"T, 104°06'23"T	8.14	28.46	8.30	6.41	34.18
11	02°16'03"U, 104°07'06"T	8.17	28.46	10.00	6.79	34.14

menunjukkan hubungan yang signifikan ialah suhu dan saliniti. Suhu menunjukkan korelasi negatif tidak bererti terhadap kelimpahan ostrakod manakala saliniti menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kelimpahan ostrakod serta berkorelasi positif. Jadual 2 menunjukkan nilai pekali korelasi (r) dan aras signifikan (p) bagi parameter yang diukur secara in-situ dengan kelimpahan ostrakod.

PARAMETER FIZIKO-KIMIA EX-SITU

Bagi parameter fiziko-kimia ex-situ, peratus kandungan bahan organik, peratus pasir, peratus lempung dan peratus lodak ditentukan. Kandungan bahan organik yang maksimum dicatatkan di stesen 1 iaitu sebanyak 10.73%. Manakala nilai minimum dicatatkan sebanyak 4.91% di stesen 10. Ini disebabkan pengaruh daripada peratusan

pasir yang tinggi di kawasan kajian. Purata peratus bahan organik ialah 7.69%. Peratus pasir yang maksimum dicatatkan pada stesen 11 iaitu 97.26% dan minimum di stesen 7 iaitu 87.42%. Purata peratus pasir ialah 92.32%. Secara keseluruhannya, peratus pasir yang dicatatkan di kawasan kajian adalah tinggi. Bagi peratus lempung pula, stesen 9 mencatatkan nilai maksimum iaitu sebanyak 7.94% dan stesen 11 mencatatkan nilai minimum iaitu dengan hanya 0.84%. Purata peratus lempung ialah 4.45%. Julat nilai peratus lodak adalah 1.66% - 6.22%. Nilai maksimum dicatatkan di stesen 7 dan nilai minimum pula dicatatkan di stesen 10. Purata peratus lodak ialah 3.24%. Berdasarkan data yang telah diperolehi, tekstur sedimen di kawasan kajian telah dikelaskan sebagai pasir kasar, pasir sederhana dan pasir halus seperti dinyatakan dalam Jadual 3.

JADUAL 2. Nilai pekali korelasi dan aras signifikan antara suhu, DO, saliniti, pH dan kedalaman dengan kelimpahan ostrakod

Parameter fiziko-kimia in-situ	Kelimpahan ostrakod Bilangan individu per 5 g	
	Pekali korelasi, r	Aras signifikan, p
Suhu	-0.598	0.052
DO	0.04	0.907
Saliniti	0.749	0.008
pH	0.136	0.689
Kedalaman	0.375	0.256

Signifikan pada $p < 0.05$

JADUAL 3. Peratus kandungan bahan organik, pasir, lempung dan lodak

Stesen	Peratus Bahan Organik	Peratus Pasir	Peratus Lempung	Peratus Lodak	Tekstur Sedimen	Jumlah spesies	Jumlah spesimen
1	7.38	93.94	3.52	2.54	Pasir sederhana	12	63
2	6.93	92.49	4.09	3.42	Pasir sederhana	23	105
3	10.73	93.82	4.45	1.74	Pasir sederhana	35	255
4	8.01	93.28	3.69	3.02	Pasir sederhana	21	230
5	8.53	88.41	6.28	5.31	Pasir kasar	29	387
6	6.58	90.90	5.37	3.73	Pasir sederhana	17	167
7	9.30	87.42	6.37	6.22	Pasir halus	27	291
8	8.24	93.59	3.60	2.81	Pasir sederhana	25	156
9	7.42	88.81	7.94	3.26	Pasir sederhana	25	204
10	4.91	95.58	2.76	1.66	Pasir sederhana	11	66
11	6.61	97.26	0.84	1.89	Pasir halus	13	51

Berdasarkan analisis korelasi Pearson yang dijalankan, parameter ex-situ iaitu peratus bahan organik, peratus pasir, peratus lempung dan peratus lodak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kelimpahan ostrakod bentos. Peratus bahan organik, peratus lempung dan peratus lodak menunjukkan korelasi positif manakala peratus pasir menunjukkan korelasi negatif dengan kelimpahan ostrakod bentos (Jadual 4).

KEKERAPAN RELATIF, DOMINAN, KELIMPAHAN DAN KEPELBAGAIAN OSTRAKOD

Sebanyak 16 famili telah dijumpai di kawasan kajian iaitu Bairdiidae, Cytherellidae, Paracyprididae, Schizocytheridae, Xestoleberididae, Loxoconchidae, Leptocytheridae, Pectocytheridae, Krithidae, Cytherettidae, Neocytherideidae, Cytherideidae, Hemicytheridae, Trachyleberididae, Bythocytheridae dan Paradoxostomatidae. Daripada 16 famili ini, Trachyleberididae (29.82%), Hemicytheridae (20.56%) dan Loxoconchidae (10.28%) mencatatkan jumlah spesies

lebih banyak berbanding famili yang lain (Jadual 5). Trachyleberididae merupakan famili yang dominan dengan 589 spesimen dan juga mencatatkan kepelbagaian spesies tertinggi iaitu sebanyak 19 spesies (Jadual 5). Bythocytheridae merupakan famili yang mencatatkan jumlah individu paling rendah iaitu dengan hanya 3 spesimen.

Secara keseluruhannya, sebanyak 1975 spesimen daripada 16 famili, 36 genus dan 51 spesies telah dijumpai di dalam sedimen luar pantai Pulau Tinggi, Johor. *Loxoconcha malayensis* Zhao & Whatley, 1989 merupakan spesies paling dominan yang dijumpai di kawasan kajian iaitu sebanyak 131 individu ($D=6.63$), *Hemicytheridae cancellata* (Brady, 1868) ($D=5.97$) dan *Pistocythereis bradyi* (Ishizaki, 1968) ($D=5.97$) masing-masing sebanyak 118 spesimen manakala spesies yang paling sedikit dijumpai ialah *Microceratina punctata* (Whatley & Zhao, 1987) iaitu sebanyak 3 spesimen dan *Tanella* sp. iaitu hanya 1 spesimen sahaja. Kekerapan relatif yang paling tinggi daripada semua sampel dicatatkan oleh *Pistocythereis*

JADUAL 4. Nilai pekali korelasi dan aras signifikan antara peratus bahan organik, peratus pasir, peratus lempung dan peratus lodak dengan kelimpahan ostrakod

Parameter fiziko-kimia ex-situ	Kelimpahan ostrakod Bilangan individu per 5 g	
	Pekali korelasi, r	Aras signifikan, p
Peratus bahan organik	0.694	0.018
Peratus pasir	0.757	0.007
Peratus lempung	0.691	0.019
Peratus lodak	0.693	0.018

Signifikan pada $p < 0.05$

bradyi (Ishizaki, 1968) (90.91%), *Tanella gracilis* Kingma, 1948 (81.82%), *Loxococoncha malayensis* Zhao & Whatley, 1989 (81.82%), *Xestoleberis malaysiana* Zhao & Whatley 1989 (81.82%) dan *Psuedoconcha bucculenta* Witte, 1993 (81.82%). Kelimpahan ostrakod yang paling tinggi dicatatkan di stesen 5 iaitu sebanyak 387 spesimen manakala yang paling rendah adalah di stesen 11 iaitu hanya 51 spesimen yang telah dijumpai seperti dinyatakan dalam Jadual 5.

PERBINCANGAN

PERSEKITARAN KAWASAN KAJIAN

Ostrakod adalah mikroorganisme yang sensitif terhadap perubahan persekitaran. Oleh itu, faktor-faktor persekitaran seperti saliniti, suhu, oksigen terlarut dan tekstur sedimen memainkan peranan yang sangat penting dalam menentukan kehadiran spesies tertentu di sesuatu kawasan. Daripada analisis korelasi, didapati suhu, saliniti, peratus bahan organik, peratus pasir, peratus lempung, peratus lodak dan

JADUAL 5. Spesies yang dijumpai di kawasan kajian, jumlah, nilai kekerapan relatif (*F*) dan dominan (*D*)

SPESES	JUM	<i>F</i>	<i>D</i>	SPESES	JUM	<i>F</i>	<i>D</i>
<i>Neonesidea michaelseni</i> Hartmann, 1982	65	63.64	3.29	<i>Cytherella semitalis</i> Brady, 1868	61	36.36	3.09
<i>Auradilus australiaensis</i> (Hartmann, 1978)	33	63.64	1.67	<i>Corallicythere</i> sp.	6	45.45	0.3
<i>Cytherelloidea cingulata</i> (Brady, 1869)	36	36.36	1.82	<i>Ornatoleberis morkhoveni</i> Keij, 1975	39	45.45	1.97
<i>Macrocypis decora</i> (Brady, 1866)	17	27.27	0.86	<i>Henryhowella keutapangensis</i> (Kingma, 1948)	27	18.18	1.37
<i>Phlyctenophora orientalis</i> (Brady, 1868)	80	54.55	4.05	<i>Actinocythereis scutigera</i> (Brady, 1868)	35	36.36	1.77
<i>Argillocea</i> sp.	55	45.45	2.78	<i>Miocyprideis spinulosa</i> (Brady, 1868)	55	36.36	2.78
<i>Neomonoceratina indonesiana</i> Whatley & Zhao, 1987	68	54.55	3.44	<i>Pistocythereis cribriformis</i> Brady, 1865	56	27.27	2.83
<i>Neomonoceratina rhomboidea</i> Brady, 1868	55	54.55	2.78	<i>Pistocythereis bradyi</i> (Ishizaki, 1968)	118	90.91	5.97
<i>Caudites asiaticus</i> Zhao & Whatley 1989	23	36.36	1.16	<i>Pistocythereis</i> sp.	37	63.64	1.87
<i>Feveoleberis cypradoides</i> (Brady, 1868)	31	36.36	1.57	<i>Stigmatocythere rugosa</i> (Kingma, 1948)	8	9.09	0.4
<i>Xestoleberis malaysiana</i> Zhao & Whatley, 1989	77	81.82	3.89	<i>Stigmatocythere kingmai</i> Whatley & Zhao, 1988	35	27.27	1.77
<i>Loxococoncha malayensis</i> Zhao & Whatley, 1989	131	81.82	6.63	<i>Lankacythere elaborata</i> Whatley & Zhao, 1988	11	36.36	0.56
<i>Loxococoncha</i> sp.	4	27.27	0.2	<i>Stigmatocythere indica</i> (Jain, 1977)	5	36.36	0.25
<i>Loxocorniculum triconicula</i> Zhao & Whatley, 1989	12	27.27	0.61	<i>Keijella paucipunctata</i> Whatley & Zhao, 1988	19	27.27	0.96
<i>Psuedoconcha bucculenta</i> Witte, 1993	50	81.82	2.53	<i>Keijella papuensis</i> (Brady, 1880)	15	27.27	0.76
<i>Alataconcha pterogona</i> (Zhao, 1985)	6	27.27	0.3	<i>Ruggieria</i> sp.	5	27.27	0.25
<i>Stigmatocythere roesmani</i> (Kingma, 1948)				<i>Tanella gracilis</i> Kingma, 1948	71	81.82	3.59
<i>Tanella</i> sp.	1	9.09	0.05	<i>Lankacythere coralloides</i> (Brady, 1886)	82	54.55	4.15
<i>Keijia labyrinthica</i> Whatley & Zhao, 1987	21	36.36	1.06	<i>Neocytheretta snellii</i> (Kingma, 1948)	27	27.27	1.37
<i>Microceratina punctata</i> (Whatley & Zhao, 1987)	3	18.18	0.15	<i>Neocytheretta murilineata</i> Zhao & Whatley, 1989	7	18.18	0.35
<i>Jugoscythereis</i> cf. <i>elongata</i> (Hu, 1979)	22	36.36	1.11	<i>Trachyleberis</i> sp. 1	29	27.27	1.47
<i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai, 1959)	8	36.36	0.4	<i>Trachyleberis</i> sp. 2	25	63.64	1.27
<i>Caudites exmouthensis</i> Hartmann, 1978	93	63.64	4.71	<i>Caudites</i> sp.	35	36.36	1.77
<i>Hemicytheridea reticulata</i> Kingma, 1948	41	36.36	2.07	<i>Orionina</i> sp.	63	45.45	3.19
<i>Hemicytheridea cancellata</i> (Brady, 1868)	118	63.64	5.97	<i>Javanella kendengensis</i> Muller, 1894	10	36.36	0.51
				<i>Parakritella pseudadonta</i> Hanai, 1959	18	36.36	0.91

PERBANDINGAN

tekstur sedimen menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kelimpahan ostrakod bentos. Suhu menunjukkan korelasi negatif ($r=-0.598$) dengan perbezaan tidak bererti ($p=0.052$) dengan kelimpahan ostrakod bentos.

Kebanyakan ostrakod tidak sesuai pada suhu sekitaran yang tinggi. Suhu air bergantung pada kedalaman air, jasad air dan arus air. Terdapat sesetengah spesies boleh beradaptasi pada suhu sekitaran yang pelbagai dan ada sesetengah spesies yang hanya boleh beradaptasi pada suhu tertentu (Moore 1961). Saliniti kawasan kajian secara umumnya menunjukkan saliniti samudera. Saliniti menunjukkan korelasi positif ($r=0.749$) dengan perbezaan bererti ($p=0.008$). Saliniti menjadi faktor paling asas yang menghalang penyebaran ostrakod selain daripada pengaruh fisiologi sesuatu organisma itu sendiri di mana ostrakod air tawar tidak dapat beradaptasi dengan air masin, begitu juga sebaliknya walaupun terdapat sesetengah spesies yang boleh hidup di kedua-dua habitat (Morkhoven 1962). Saliniti mempunyai kesan secara langsung ke atas bilangan spesies ostrakod. Kebanyakan spesies yang ditemui adalah daripada jenis bentik. Secara umumnya, bilangan spesies semakin meningkat dengan peningkatan saliniti (Pokorny 1978).

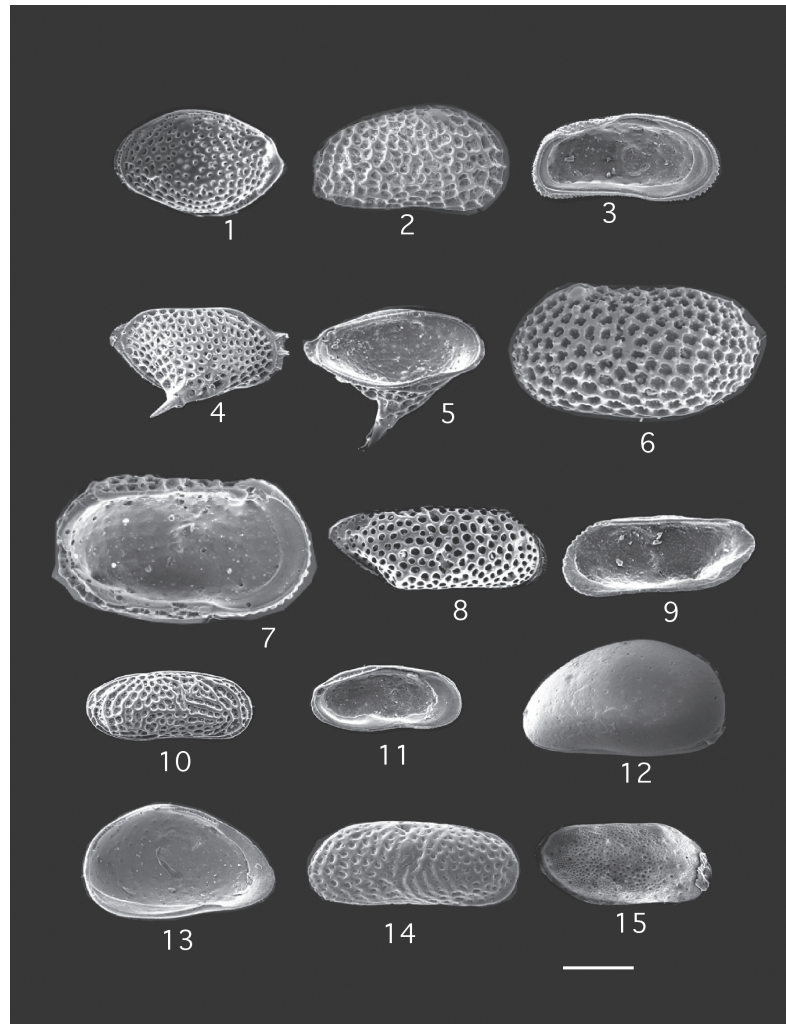
Peratus bahan organik menunjukkan korelasi positif ($r=0.694$) dengan perbezaan bererti ($p=0.018$). Ini menunjukkan kelimpahan ostrakod bentos meningkat dengan meningkatnya kandungan bahan organik. Peratus bahan organik yang tinggi mungkin disebabkan oleh jumlah pemerangkapan bahan organik yang tinggi oleh sedimen halus. Menurut Morkhoven (1962), pengumpulan sisa-sisa makanan atau tumbuhan yang dimakan oleh organisma laut lain yang tidak larut akan termendak di bahagian dasar atau permukaan sedimen disebabkan oleh daya tarikan graviti. Whatley & Zhao (1987) menyatakan dalam kajian terhadap ostrakod di Selat Melaka, kelimpahan ostrakod bentos adalah tinggi di kawasan yang bersubstrat pasir bersaiz sederhana ke kasar yang kaya dengan bahan organik. Peratus pasir pula berkorelasi negatif ($r=-0.757$) dengan perbezaan bererti ($p=0.007$) terhadap kelimpahan ostrakod bentos. Apabila peratus pasir tinggi, kelimpahan ostrakod bentos adalah rendah. Ini kerana butiran pasir yang besar dan kasar serta arus dan ombak yang aktif kurang dapat diadaptasi oleh ostrakod bentos yang bercengkerang nipis (Brasier 1980).

Peratus lempung menunjukkan korelasi positif ($r=0.691$) dengan perbezaan bererti ($p=0.019$) terhadap kelimpahan ostrakod bentos. Kandungan lempung yang tinggi dalam sedimen menyumbang kepada kelimpahan ostrakod bentos yang tinggi. Sedimen lempung yang halus dapat menyimpan lebih banyak bahan nutrien berbanding dengan sedimen lain dan berupaya memerangkap kandungan bahan organik yang lebih tinggi. Ini secara tidak langsung memberi sumber makanan kepada ostrakod (Pokorny 1978). Peratus lodak menunjukkan korelasi positif ($r=0.693$) dengan perbezaan bererti ($p=0.0018$) yang bermaksud apabila kandungan lodak tinggi, kelimpahan ostrakod bentos juga tinggi.

Daripada kajian yang dijalankan, spesies-spesies ostrakod yang dijumpai mempunyai taburan yang meluas dan pernah dicatatkan sebelum ini di Selat Melaka, Indonesia, Malaysia (tenggara Semenanjung Malaysia) dan Laut China Selatan. Jadual 6 menunjukkan perbandingan taburan spesies ostrakod yang hadir di antara kawasan kajian dengan Selat Melaka, Sungai Sedili/Teluk Jason, Indonesia dan Laut China Selatan. Sebanyak 32 spesies yang dijumpai pernah dicatatkan sebelum ini di Selat Melaka (Whatley & Zhao 1987; 1988). Antaranya ialah *Pistocythereis bradyi* (Ishizaki, 1968); *Phlyctenophora orientalis* (Brady 1868); *Hemicytheridae cancellata* (Brady 1868); *Feveoleberis cypradoides* (Brady 1868); *Parakritella psuedadonta* Hanai, 1959; *Cytherella semitalis* Brady, 1868; *Neomonoceratina indonesiana* Whatley & Zhao, 1987; *Keijia labyrinthica* Whatley & Zhao, 1987; *Neocytheretta snellii* (Kingma, 1948); *Lankacythere coralloides* (Brady, 1886) dan banyak lagi. Sebanyak 28 spesies dicatatkan dijumpai di kawasan kajian dan Sungai Sedili/Teluk Jason (tenggara Semenanjung Malaysia) (Zhao & Whatley 1989). Antaranya ialah *Xestoleberis malaysiana*, *Caudites asiaticus*, *Neocytheretta murilineata*, *Loxoconcha malayensis*, *Loxocorniculum triconicula* Zhao & Whatley, 1989 dan lain-lain lagi. Spesies yang pernah dijumpai di kedua-dua kawasan dan Pulau Tinggi ialah *Cytherelloidea cingulata* (Brady 1869); *Ornatoleberis morkhoveni* Keij, 1975; *Tanella gracilis* Kingma, 1948; *Keijella papuensis* (Brady, 1880); *Stigmatocythere roesmani* (Kingma 1948); *Microceratina punctata* (Whatley & Zhao 1987) dan sebagainya. Spesies-spesies yang biasa dijumpai di kawasan kajian dan Indonesia, di antaranya ialah *Miocyprideis spinulosa* (Brady 1868); *Auradilus australiensis* Hartmann, 1978; *Macrocypris decora* (Brady 1866); *Jugoscythereis cf. elongata* (Hu 1979) dan *Javanella kendengensis* Muller, 1894. Bagi Laut China Selatan pula, antara spesies yang biasa dijumpai ialah *Neonesidae michealseni* Hartmann 1982; *Henryhowella keutapangensis* (Kingma 1948); *Alataconcha pterogona* (Zhao 1985) dan *Sigmatocythere indica* (Jain 1977). Spesies-spesies yang berjaya dijumpai di semua kawasan ialah *Cytherelloidea cingulata* (Brady 1869); *Actinocythereis scutigera* (Brady 1868); *Phlyctenophora orientalis* (Brady 1868); *Pistocythereis bradyi* (Ishizaki, 1968) dan *Neocytheretta snellii* (Kingma, 1948). Tetapi *Pistocythereis bradyi* (Ishizaki 1968) merupakan spesies dominan yang mempunyai taburan tertinggi dan melimpah secara relatif di kesemua tempat. *Pseudoconcha bucculenta* Witte, 1993 pula merupakan spesies yang belum pernah dicatatkan di Selat Melaka, Sungai Sedili/Teluk Jason, Indonesia dan Laut China Selatan tetapi ianya pernah direkodkan di Afrika Barat (Witte 1993). *Tanella* sp., *Ruggieria* sp., *Orionina* sp., *Loxoconcha* sp., *Caudites* sp., *Trachyleberis* sp. 1 dan 2 hanya dicatatkan dikawasan kajian sahaja.

JADUAL 6. Perbandingan taburan spesies ostrakod yang hadir di antara kawasan kajian dengan Selat Melaka, Sungai Sedili/Teluk Jason, Indonesia dan Laut China Selatan

SPESES	Selat Melaka (Whatley & Zhao 1987 & 1988)	Sungai Sedili /Teluk Jason (Zhao & Whatley 1989)	Indonesia (Mostafawi et al. 2005)	Laut China Selatan (Zhao 2005)
<i>Neonesidea michaelsoni</i> Hartmann, 1982				X
<i>Cytherella semitalis</i> Brady, 1868	X	X	X	
<i>Cytherelloidea cingulata</i> (Brady, 1869)	X	X	X	X
<i>Macrocypris decora</i> (Brady, 1866)	X		X	
<i>Phlyctenophora orientalis</i> (Brady, 1868)	X	X	X	X
<i>Argillocea</i> sp.	X			
<i>Neomonoceratina indonesiana</i> Whatley & Zhao, 1987	X	X		
<i>Neomonoceratina rhomboidea</i> Brady, 1868			X	
<i>Xestoleberis malaysiana</i> Zhao & Whatley, 1989		X	X	
<i>Feveoleberis cypradoides</i> (Brady, 1868)	X	X	X	
<i>Ornatoleberis morkhoveni</i> Keij, 1975	X	X	X	
<i>Loxococoncha malayensis</i> Zhao & Whatley, 1989		X		
<i>Loxocorniculum triconicula</i> Zhao & Whatley, 1989		X		X
<i>Alataconcha pterogona</i> (Zhao, 1985)	X			X
<i>Tanella gracilis</i> Kingma, 1948	X	X	X	
<i>Keijia labyrinthica</i> Whatley & Zhao, 1987	X	X		
<i>Corallicythere</i> sp.		X		
<i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai, 1959)	X	X		
<i>Miocyprideis spinulosa</i> (Brady, 1868)			X	X
<i>Hemicytheridea reticulata</i> Kingma, 1948	X	X	X	X
<i>Hemicytheridea cancellata</i> (Brady, 1868)	X		X	
<i>Auradilus australiaensis</i> (Hartmann, 1978)			X	X
<i>Caudites asiaticus</i> Zhao & Whatley, 1989		X		
<i>Caudites exmouthensis</i> Hartmann, 1978	X			X
<i>Actinocythereis scutigera</i> (Brady, 1868)	X	X	X	X
<i>Jugoscythereis</i> cf. <i>elongata</i> (Hu, 1979)			X	X
<i>Pistocythereis bradyi</i> (Ishizaki, 1968)	X	X	X	X
<i>Pistocythereis cribriformis</i> Brady, 1865	X	X		X
<i>Stigmatocythere rugosa</i> (Kingma, 1948)	X	X	X	
<i>Stigmatocythere kingmai</i> Whatley & Zhao, 1988	X	X		
<i>Stigmatocythere indica</i> (Jain, 1977)	X			X
<i>Stigmatocythere roesmani</i> (Kingma, 1948)	X	X	X	
<i>Keijella papuensis</i> (Brady, 1880)	X	X	X	
<i>Keijella paucipunctata</i> Whatley & Zhao, 1988		X		
<i>Lankacythere elaborata</i> Whatley & Zhao, 1988		X		
<i>Lankacythere coralloides</i> (Brady, 1886)	X	X		
<i>Neocytheretta snellii</i> (Kingma, 1948)	X	X	X	X
<i>Neocytheretta murilineata</i> Zhao & Whatley, 1989	X			
<i>Henryhowella keutapangensis</i> (Kingma, 1948)	X		X	
<i>Microceratina punctata</i> (Whatley & Zhao, 1987)	X	X		
<i>Javanella kendengensis</i> Muller, 1894		X	X	X



RAJAH 2. Sebahagian daripada spesies ostrakod yang banyak ditemui di sekitar Pulau Tinggi, Johor. (Skala palang = 200 μm) Gambar 1 *Loxoconcha malayensis* Zhao & Whatley, 1989; sampel ST8, pandangan luar katup kiri; Gambar 2 *Hemicytheridae cancellata* (Brady, 1868); sampel ST10, pandangan luar katup kanan; Gambar 3 *Hemicytheridae cancellata* (Brady, 1868); sampel ST10, pandangan dalam katup kiri; Gambar 4 *Alataconcha pterogona* (Zhao, 1985); sampel ST5, pandangan luar katup kanan; Gambar 5 *Alataconcha pterogona* (Zhao, 1985) sampel ST5, pandangan dalam katup kiri; Gambar 6 *Pistocythereis bradyi* Ishizaki (Brady, 1968) sampel ST10, pandangan luar katup kiri; Gambar 7 *Pistocythereis bradyi* (Ishizaki, 1968) sampel ST10, pandangan dalam katup kiri; Gambar 8 *Microceratina punctata* (Whatley & Zhao, 1987); sampel ST3, pandangan luar katup kanan; Gambar 9 *Microceratina punctata* (Whatley & Zhao, 1987); sampel ST3, pandangan dalam katup kanan; Gambar 10 *Tanella gracilis* Kingma, 1948; sampel ST8, pandangan luar katup kanan; Gambar 11 *Tanella gracilis* Kingma, 1948; sampel ST8, pandangan dalam katup kiri; Gambar 12 *Xestoleberis malaysiana* Zhao & Whatley, 1989; sampel ST5, pandangan luar katup kanan; Gambar 13 *Xestoleberis malaysiana* Zhao & Whatley, 1989 sampel ST5, pandangan dalam katup kanan; Gambar 14 *Tanella* sp.; sampel ST2, pandangan luar katup kanan; Gambar 15 *Psuedoconcha bucculenta* Witte, 1993; sampel ST4, pandangan luar katup kanan

KESIMPULAN

Hasil kajian yang dijalankan di sekitar Pulau Tinggi, Johor menunjukkan bahawa ostrakod di sini terdiri daripada pelbagai spesies dan pernah dicatatkan sebelum ini di perairan yang berhampiran. Sebanyak 1,975 spesimen telah ditemui. Daripada jumlah ini, ostrakod ini dikategorikan kepada 16 famili, 36 genus dan 51 spesies. Famili yang paling dominan adalah Trachyleberididae yang mencatatkan 387 individu. Kepelbagaian spesies yang paling tinggi adalah juga dari famili Trachyleberididae

dengan jumlah 19 spesies. Spesies yang paling dominan di kawasan kajian ini ialah *Loxoconcha malayensis* dengan jumlah sebanyak 131 individu.

Semasa pensampelan dilakukan, terdapat 5 parameter fiziko-kimia yang diukur secara in-situ iaitu suhu, DO, kedalaman, saliniti dan pH. Hanya saliniti dan suhu menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kelimpahan ostrakod. Parameter-parameter fiziko-kimia ex-situ yang telah diukur iaitu peratus bahan organik, peratus pasir, peratus lempung dan peratus lodak

menunjukkan adanya korelasi dengan perbezaan bererti. 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 dan pasir halus.

PENGHARGAAN

Projek penyelidikan ini telah dibiayai oleh geran 09-02-02-0096EA240 dan 04-01-02-SF0172.

RUJUKAN

- Brasier, M.D. 1980. *Microfossils*. London: George Allen & Unwin.
- 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.
- Mostafawi, N., Colin, J.-P. & Babinot, J.F. 2005. An account on the taxonomy of ostracodes from recent reefal flat deposit in Bali, Indonesia. *Revue de micropaleontologie* 48: 123-140.
- Morkhoven, V. 1962. *Post-paleozoic ostracoda I: Their morphology, taxonomy and economic use*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company.
- Pannier, F. 1984. Analysis of soil, plant and water component. Dlm. *The mangrove ecosystem: research methods*, Snedaker, J.S. & Snedaker, J.G. (eds.). United Kingdom: United Nation Educational.
- Pokorny, V. 1978. Ostracodes. Dlm. *Introduction to Marine Micropaleontology*. Boersma, A. & Haq, B.U (eds.) New York: Elsevier North Holland Inc.
- Whatley, R.C. & Zhao, Q. 1987. Recent Ostracoda of the Malacca Straits, Part I. *Revista Espanola de Micropaleontologie* 19(3): 327-366.
- Whatley, R.C. & Zhao, Q. 1988. Recent Ostracoda of the Malacca Straits, Part II. *Revista Espanola de Micropaleontologie* 20(1): 5-37.
- Witte, L. 1993. *Taxonomy and Biogeography of West Africans Beach Ostracods*. Haarlem: Geological Survey of the Netherlands.
- Zhao, Q. & Whatley, R.C. 1989. Recent podocypid Ostracoda of the Sedili River and Jason Bay, Southeastern Malay Peninsula. *Journal of Micropaleontology* 35(2): 168-187.
- Zhao, Q. 2005. Late Cainozoic ostracod faunas and paleoenvironmental changes at ODP site 1148, South China Sea. *Marine Micropaleontology* 54: 27-47.
- Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor D.E.
Malaysia
- Diserahkan : 18 Januari 2007
Diterima : 27 Februari 2007