

Taburan dan Kepelbagaian Foraminifera Bentik di dalam Sedimen Permukaan Sekitar Delta Sungai Pahang, Pahang, Malaysia

(The Distribution and Diversity of Benthic Foraminifera in Surface Sediment of Pahang River Delta, Pahang, Malaysia)

NORASWANA NOR FAIZ*, RAMLAN OMAR, MUHAMAD NAIM ABD MALEK, CHUANSHUN LI & YANGUANG LIU

ABSTRAK

Suatu kajian mengenai taburan dan kepelbagaian spesies Foraminifera bentik di dalam sedimen permukaan telah dijalankan di sekitar Delta Sungai Pahang, Pahang. Sebanyak 33 sampel sedimen telah diambil bagi tujuan ini. Hasilnya, sebanyak 82 spesies, 45 genus dan 29 famili telah berjaya dikenal pasti daripada sejumlah 28,501 individu Foraminifera. Stesen 5 mencatatkan jumlah kehadiran Foraminifera paling tinggi iaitu sebanyak 5,543 individu. Stesen 11 pula mencatatkan jumlah kehadiran paling rendah dengan hanya 46 individu sahaja. Spesies yang paling dominan dan melimpah (>10%) ialah *Amphistegina lessonni* (4,790 individu) dan *Amphistegina gibbosa* (4,490 individu). Kemudian, diikuti oleh *Elphidium advenum*, *Operculina ammonoides* dan *Asterorotalia pulchella* (>5%). Bagi famili pula, *Amphisteginidae* merupakan famili paling dominan dengan mencatatkan jumlah individu tertinggi iaitu 9,280 (mewakili 32.6% daripada keseluruhan individu). Famili *Hauerinidae* mencatatkan kepelbagaian spesies yang paling tinggi iaitu sebanyak 24 spesies telah berjaya dijumpai. Indeks kepelbagaian spesies, H' yang dicatatkan adalah antara 1.1 dan 3.1. Manakala indeks kekayaan spesies, α adalah antara 2.0 dan 9.4.

Kata kunci: Delta Sungai Pahang; Foraminifera; kepelbagaian; taburan

ABSTRACT

A study on distribution and diversity of benthic Foraminifera in surface sediment has been carried out in Pahang River Delta, Pahang. A total of 33 sediment samples were taken for this study. As a result, 82 species, 45 genera and 29 families has been identified from a total of 28,501 individuals of Foraminifera. Station 5 recorded the highest abundance of Foraminifera with 5,543 individuals while station 11 recorded the lowest abundance with only 46 individuals. The most dominant and abundant species are *Amphistegina lessonni* (4,790 individuals) and *Amphistegina gibbosa* (4,490 individuals), followed by *Elphidium advenum*, *Operculina ammonoides* and *Asterorotalia pulchella* (>5%). As for the family, *Amphisteginidae* is the most dominant family with a total of 9,280 individuals (representing 32.6% of the total individuals). Family *Hauerinidae* has the highest specific diversity with 24 species. Index of species diversity (H') was recorded between 1.1 and 3.1. Meanwhile, index of species richness α was between 2.0 and 9.4.

Keywords: Diversity; distribution; Foraminifera; Pahang River Delta

PENGENALAN

Foraminifera merupakan organisma marin satu sel yang bersaiz mikroskopik dan mempunyai cengkerang. Secara purata, saiz Foraminifera adalah berdiameter 0.3 mm dan berada dalam julat antara 0.1 hingga 1.0 mm. Terdapat juga Foraminifera bersaiz 2.0 mm (Foraminifera besar) atau pun sehingga berdiameter 1.0 cm. Foraminifera merupakan hidupan yang mempunyai kelimpahan yang sangat tinggi di persekitaran marin selepas bakteria. Kawasan habitat Foraminifera adalah sangat luas iaitu dari lembangan lautan paling dalam hingga zon pasang surut dari kutub hingga ke kawasan tropika (Doyle 1999).

Taksonomi moden mengelaskan Foraminifera dalam Protista. Organisma ini dicirikan dengan kehadiran cengkerang yang keras sebagai pelindung yang terdapat dalam pelbagai bentuk dan rupa yang unik bergantung kepada persekitaran yang didiaminya. Pembentukan

cengkerang merupakan salah satu ciri yang digunakan untuk tujuan pengenalpastian dan pengelasan. Pada umumnya, Foraminifera membentuk cengkerang yang biasanya terdiri daripada satu atau beberapa bilik. Foraminifera mempunyai empat jenis dinding cengkerang iaitu dinding kitin, aglutinat, silika dan berkapur. Apertur adalah lubang utama pada cengkerang Foraminifera yang biasanya terletak pada bahagian bilik terakhir dan berfungsi untuk memasukkan makanan dan juga untuk mengeluarkan protoplasma. Hiasan cengkerang merupakan cerminan daripada keupayaan mikroorganisma ini beradaptasi terhadap persekitarannya (Pringgoprawiro & Kapid 2000).

Sehingga kini, penyelidikan tentang Foraminifera di perairan Malaysia adalah sangat kurang berbanding dengan negara luar walaupun bilangannya cukup tinggi di kawasan marin. Maklumat atau data yang diperolehi ketika ini kebanyakannya adalah hasil penyelidikan terdahulu

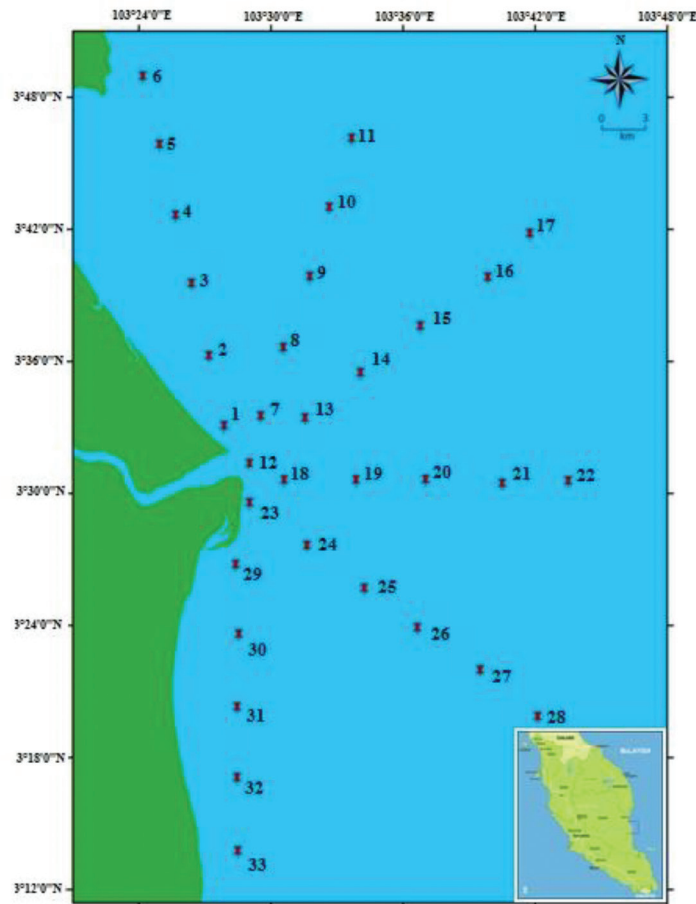
oleh penyelidik luar dan hasil penyelidikan tempatan yang dijadikan bahan rujukan adalah kurang. Namun demikian, kebelakangan ini para penyelidik di Malaysia telah mula menunjukkan minat terutamanya terhadap peranan mikrofauna ini sebagai penunjuk sekitaran yang sangat berguna. Kajian mengenai Foraminifera telah menunjukkan peningkatan dengan Dhillon (1969) telah merekodkan tiga spesies Foraminifera baharu (*Arenoparella malaysiana*, *Haplophragmoides labukensis* dan *H. sabahensis*) dari muara Labuk, Sabah, Malaysia Timur. Mohamed et al. (2008) telah mengkaji tentang taburan Foraminifera resen air payau di Sungai Sedili, Johor. Taburan menegak Foraminifera telah dikaji di dalam sedimen payau bakau Matang dan Kapar, pantai barat Semenanjung Malaysia (Husain et al. 2007). Bagi kajian Foraminifera di kawasan payau bakau sekitar Tanah Lembap Setiu, Terengganu, Culver et al. (2013) mendapati himpunan Foraminifera sampel teras di payau bakau merupakan penunjuk yang baik kepada interpretasi paras air laut. Manakala Minhat et al. (2014) telah mengkaji mengenai potensi Foraminifera sebagai penunjuk pencemaran di barat laut Pulau Pinang. Kajian mengenai taburan Foraminifera bentik merupakan yang pertama kali dilakukan di kawasan kajian. Walau bagaimanapun, Hasan et al. (2012) telah mengkaji tentang

taburan Foraminifera di muara Sungai Pahang tetapi hanya melibatkan spesies air payau *Miliammina fusca*. Maka, kajian yang dilakukan ini adalah bertujuan untuk merekodkan kehadiran spesies Foraminifera bentik yang terdapat di sekitar Delta Sungai Pahang dan seterusnya menentukan taburan dan kepelbagaian spesies Foraminifera ini di kawasan kajian.

BAHAN DAN KAEDAH

KAWASAN PENSAMPELAN

Kajian ini telah dijalankan di sekitar Delta Sungai Pahang antara longitud 103°24.178' T hingga 103°43.503' T dan latitud 03°13.688' U hingga 03°48.895' U (Rajah 1). Sebanyak 33 sampel sedimen daripada 33 stesen pensampelan telah ditentukan kedudukannya yang diambil pada bulan Jun 2012. Sungai Pahang merupakan sungai terpanjang di Semenanjung Malaysia iaitu dengan 459 km. Sungai ini bermula di pertemuan daripada Sungai Jelai dan Sungai Tembeling di Banjaran Titiwangsa dan mengalir ke Laut China Selatan. Muara Sungai Pahang terletak di Pekan iaitu 50 km dari selatan Kuantan. Kawasan ini mengalami iklim tropika yang lembap dengan dua tempoh



RAJAH 1. Lokasi stesen-stesen persampelan di Delta Sungai Pahang, Pahang

monsun iaitu ciri-ciri corak bimodal: Monsun barat daya dan monsun timur laut yang membawa hujan tahunan yang berbeza-beza antara 1488 dan 3071 mm.

KAEDAH LAPANGAN DAN MAKMAL

Pengambilan sampel dijalankan dengan menggunakan alat 'Grab sampler' untuk mencakup sedimen di bahagian dasar. Sedimen yang berjaya dicakup dimasukkan ke dalam beg plastik dan dilabelkan. Sampel sedimen yang telah diambil kemudiannya diproses sekali lagi menggunakan kaedah ayak basah dengan siri ayak 'Retsch' bersaiz 2 mm, 500, 150 dan 63 μm dengan bantuan aliran air paip sederhana kuat sehingga bersih. Daun-daun kering dan sampah sarap yang terperangkap pada penapis ayak bersaiz 2 mm telah dibuang. Subsampel yang telah di ayak dan dicuci dimasukkan ke dalam piring Petri. Seterusnya sampel tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C hingga 70°C. Setelah kering, subsampel tersebut ditimbang sebanyak 3 g dan dimasukkan ke dalam botol penyimpanan serta dilabelkan.

Hasil ayakan tersebut 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 Olympus SZ untuk mengasingkan spesies-spesies Foraminifera 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.

PENGELASAN FORAMINIFERA

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 'Tabletop Microscope' (TM) di Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam, Fakulti Sains dan Teknologi, UKM dan Mikroskop Elektron Imbasan (SEM) di 'First Institute of Oceanography' (FIO), China. Seterusnya, menerusi gambar yang diambil, pengecaman Foraminifera dilakukan dengan membuat perbandingan terhadap ciri-ciri morfologinya. Kebanyakan spesies Foraminifera dikenal pasti berdasarkan monograf taksonomi oleh Jones (1994), Loeblich dan Tappan (1988), Milker dan Schmiedl (2012) dan Whittaker dan Hodgkinson (1979).

ANALISIS DATA

Analisis data melibatkan pengiraan kekerapan relatif (F) dan dominan (D). Kekerapan relatif dikira menggunakan formula $F = p \times 100/P$, dengan p ialah bilangan sampel di mana 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.

Kelimpahan spesies ditentukan dengan menggunakan indeks kepelbagaian Shannon-Wiener (Shannon & Weaver 1949). Indeks Fisher's alpha digunakan dalam kajian ini untuk menilai tahap kekayaan spesies (Fisher et al. 1943).

HASIL DAN PERBINCANGAN

TABURAN DAN KEPELBAGAIAN FORAMINIFERA

Sebanyak 29 famili, 45 genus dan 82 spesies telah ditemui di kawasan kajian ini. Famili-famili tersebut ialah Lituolidae, Ammosphaeroidinidae, Nouriiidae, Trochamminidae, Textulariidae, Uvigerinidae, Boliviniidae, Amphisteginidae, Eponididae, Rosalinidae, Planulinoididae, Cibicididae, Planulinidae, Planorbulinidae, Nonionidae, Elphidiidae, Rotaliidae, Nummulitidae, Spirillinidae, Peneroplidae, Soritidae, Hauerinidae, Cribrolinoididae, Spiroloculinidae, Riveroinidae, Ophthalmidiidae, Lagenidae, Vaginulinidae dan Ellipsolagenidae. Famili paling dominan yang ditemui ialah Amphisteginidae iaitu sebanyak 9280 individu sementara famili Nouriiidae adalah yang paling sedikit dengan hanya 5 individu ditemui. Spesies yang dijumpai merupakan spesies yang biasa ditemui pada sedimen marin yang berair cetek. Famili Hauerinidae mencatatkan kepelbagaian spesies yang paling tinggi iaitu sebanyak 24 spesies. Stesen 5 mencatatkan kelimpahan tertinggi dengan 5543 individu Foraminifera dan diikuti oleh stesen 20 dengan 2289 individu. Manakala stesen 11 pula mencatatkan kelimpahan terendah dengan hanya 46 individu Foraminifera (Jadual 1). Julat kepelbagaian spesies ialah antara 9 hingga 43. Stesen 31 mencatatkan nilai H' tertinggi iaitu 3.1 manakala stesen 22 mencatatkan nilai terendah iaitu $H'=1.1$. Bagi kekayaan spesies, indeks Fisher's alpha menunjukkan stesen 31 mencatatkan nilai tertinggi iaitu $\alpha=9.4$. Manakala nilai terendah dicatatkan pada stesen 1 iaitu $\alpha=2.0$ (Jadual 1). Culver et al. (2012) mencatatkan nilai indeks kekayaan spesies, α antara 1.39 hingga 16.69 di muara dan lagun Setiu, Terengganu. Menurut Murray (2006), kesemua persekitaran marin pinggir dan pelantar laut air payau mempunyai kelimpahan dan kepelbagaian yang rendah kecuali pada persekitaran marin normal dan lagun hipersaliniti yang mencatatkan kelimpahan dan kepelbagaian yang lebih tinggi. Pada kawasan pelantar dan laut dalam, nilai kepelbagaian sangat tinggi sehingga boleh mencecah $\alpha=30$. Bagi nilai H' pula, kebanyakannya mencatatkan kurang daripada 3 pada persekitaran marin pinggir manakala pada kawasan laut dalam dan pelantar laut adalah daripada 2.0 hingga 4.0.

Dalam 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 >10% daripada jumlah spesimen yang ditemui, biasa bagi sesuatu spesies yang peratusannya 5-10% dan jarang bagi spesies yang peratusannya <5%. Daripada 82 spesies yang berjaya dikenalpasti, hanya dua spesies sahaja menunjukkan aras populasi melimpah (>10%) dan

JADUAL 1. Koordinat, bilangan spesies, jumlah individu, indeks kepelbagaian Shannon-Wiener (H') dan indeks kekayaan Fisher-alpha (α) mengikut stesen pensampelan

Stesen	Latitud (U)	Longitud (T)	Bil. spesies	Jum.individu	H'	α
1	03°33.008'	103°27.870'	9	180	1.6	2.0
2	03°36.184'	103°27.178'	16	282	2.3	3.7
3	03°39.471'	103°26.388'	21	684	2.3	4.1
4	03°42.575'	103°25.670'	13	212	2.2	3.1
5	03°45.788'	103°24.933'	31	5543	2.1	4.3
6	03°48.895'	103°24.178'	14	56	2.3	6.0
7	03°33.451'	103° 29.536'	28	664	2.6	5.9
8	03°36.559'	103° 30.558'	20	521	1.9	4.1
9	03°39.786'	103°31.761'	17	183	2.2	4.6
10	03°42.931'	103°32.646'	30	373	2.9	7.7
11	03°46.067'	103°33.657'	13	46	2.3	6.0
12	03°31.288'	103° 29.028'	41	1732	2.7	7.5
13	03°33.354'	103° 31.546'	20	1130	1.8	3.5
14	03°35.417'	103° 34.059'	24	672	2.2	4.9
15	03°37.533'	103°36.786'	24	551	2.2	5.1
16	03°39.755'	103°39.852'	12	104	1.8	3.5
17	03°41.742'	103°41.761'	17	484	1.6	3.4
18	03°30.543'	103°30.600'	32	969	2.8	6.4
19	03°30.546'	103°33.865'	26	1049	2.3	4.8
20	03°30.564'	103°37.023'	28	2289	1.7	4.5
21	03°30.385'	103°40.505'	13	452	1.2	2.5
22	03°30.495'	103°43.503'	12	464	1.1	2.3
23	03°29.506'	103°29.028'	22	1735	2.1	3.6
24	03°27.563'	103°31.630'	20	228	2.4	5.3
25	03°25.619'	103°34.236'	33	1724	2.4	5.8
26	03°23.827'	103°36.647'	43	2416	2.4	7.4
27	03°21.908'	103°39.505'	36	1256	2.8	6.9
28	03°19.796'	103°42.116'	29	283	3.0	8.1
29	03°26.931'	103°28.447'	19	1081	1.2	3.3
30	03°23.536'	103°28.534'	25	142	3.0	8.8
31	03°20.228'	103°28.466'	31	245	3.1	9.4
32	03°17.014'	103°28.456'	22	625	2.0	4.4
33	03°13.688'	103°28.494'	23	126	2.8	8.2

tiga spesies menunjukkan aras populasi biasa (5-10%). Manakala 14 spesies mempunyai 1-5% aras populasi. Spesies yang selebihnya menunjukkan aras populasi <1%. Spesies yang melimpah (>10%) di kawasan kajian ialah *Amphistegina lessonii* dan *Amphistegina gibbosa*. Spesies-spesies yang biasa dijumpai (>5%) di kawasan kajian ialah *Asterorotalia pulchella*, *Operculina ammonoides* dan *Elphidium advenum*. *A. lessonii* merupakan spesies yang paling dominan di kawasan kajian dengan jumlah individu sebanyak 4,790 (D= 16.8%). Ini diikuti oleh *A. gibbosa* (D=15.8%),

E. advenum (D=7.5%), *O. ammonoides* (6.9%) dan *A. pulchella* (D=5.1%).

Hasil kajian juga menunjukkan bahawa *Quinqueloculina candeiana* menunjukkan kekerapan relatif (F) yang paling tinggi iaitu 90.9% diikuti dengan *A. gibbosa* (87.8%) dan *E. crispum* dengan 84.8%. Ini bermakna *Q. candeiana* merupakan spesies yang paling kerap direkodkan iaitu di 30 daripada 33 stesen pensampelan di kawasan kajian. Berdasarkan komposisi dinding cengkerang, Foraminifera dapat dibahagikan kepada tiga kumpulan iaitu jenis porselin, hialin dan

aglutinat. Spesies Foraminifera benthik di kawasan kajian adalah didominasi oleh spesies ber dinding cengkerang jenis hialin dan terdapat 39 spesies yang mempunyai dinding hialin diikuti oleh dinding cengkerang jenis porselin dengan 31 spesies dan hanya 12 spesies mempunyai dinding cengkerang jenis aglutinat. Berdasarkan Boltovskoy et al. (1991), kawasan muara sungai adalah dicirikan oleh spesies aglutinat; manakala kawasan beriklim sederhana biasanya mengandungi Foraminifera jenis berkapur dan hialin. Dalam kajian ini, didapati kawasan yang berdekatan dengan muara sungai adalah didominasi oleh spesies aglutinat (57%) terutamanya *Ammobaculites agglutinans* dan *Ammoglobigerina globigeriniformis*.

SPESES-SPESES DOMINAN DI KAWASAN KAJIAN

Amphigtegina lessonii (d'Orbigny 1826) Morfologi: Dinding berkapur dan berpori halus. Cengkerang adalah trokospiral, involut, lebar dan rata. Bahagian umbilikal lebih tebal daripada bahagian spiral. Apertur adalah belahan kecil interiormargin pada bahagian umbilikal dan disempadani oleh bibir. Permukaan adalah licin dengan corak septa yang jelas.

Catatan: Spesies Foraminifera besar yang bersimbiosis dengan alga simbiosis, epifauna pada sedimen dan substrat kasar, julat kedalaman adalah di antara 0-90 m. Bentuknya yang cembung menyebabkan ianya sesuai hidup pada sedimen pasir yang bergerak (Murray 2006). Spesies ini mencatatkan kelimpahan tertinggi pada stesen 20 dengan tekstur sedimen berpasir dan pada kedalaman lebih daripada 20 m (Rajah 2). Taburan yang melimpah dicatatkan di perairan Pentas Vietnam (Szarek et al. 2006) dan perairan Indo-Pasifik (Renema et al. 2001).

Amphistegina gibbosa (d'Orbigny 1839) Morfologi: Dinding berkapur dan berpori halus. Cengkerang trokospiral, lebar dan kembang. Bahagian umbilikal lebih tebal daripada bahagian spiral. Bentuk cengkerang lebih membulat daripada *A. lessonii*. Apertur pada belahan yang mempunyai septa. Permukaan cengkerang licin dengan corak septa yang kurang jelas.

Catatan: Spesies Foraminifera besar yang bersimbiosis dengan alga simbiosis, epifauna pada sedimen dan substrat berpasir dan dijumpai pada perairan marin cetek di antara 0-30 m. Kelimpahan tertinggi dicatatkan pada stesen 26 dengan tekstur sedimen berpasir pada julat kedalaman lebih daripada 15 m (Rajah 2). Kelimpahan yang tinggi dicatatkan di perairan Pentas Sunda dan Pentas Vietnam (Szarek et al. 2006). Juga pernah dilaporkan di Lautan Atlantik (Murray 2006).

Elphidium advenum (Cushman 1922) Morfologi: Dinding berkapur, berpori halus dan padat. Cengkerang planispiral, involut dan lentikul. Bilik adalah banyak, serong, bertambah mengikut saiz. Sutura berlekuk dan menekan. Apertur mengandungi bukaan membulat dan interiormargin. Permukaan licin.

Catatan: Spesies infaunal dan biasanya dijumpai pada persekitaran marin pinggir dan juga kawasan pelantar laut. Kelimpahan spesies ini di kawasan kajian adalah paling tinggi dan ketara pada stesen 5 (>1000 individu) yang bertekstur sedimen pasir berlodak dengan kedalaman kurang daripada 15 m berbanding di stesen-stesen lain yang hanya mencatatkan <100 individu (Rajah 2). Szarek et al. (2006) telah merekodkan spesies ini di bahagian perairan cetek dan bertenaga tinggi serta bertekstur sedimen jenis berpasir di Pentas Sunda.

Operculina ammonoides (Gronovius 1781) Morfologi: Cengkerang besar dan bulat. Pusaran semi-involut ke evolut, planispiral pada lingkaran akhir. Pertengahan cengkerang dihiasi oleh pustul.

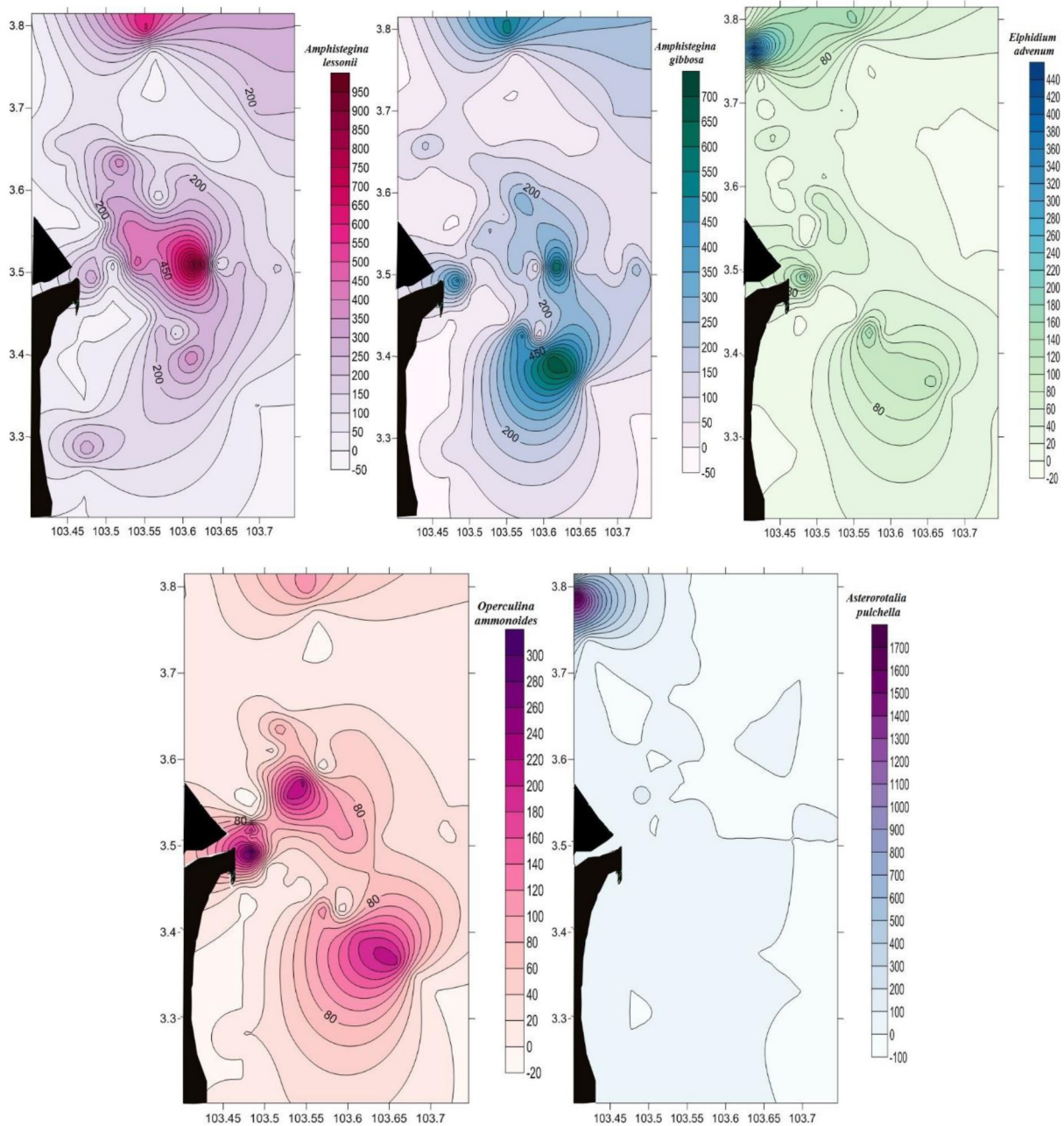
Catatan: Spesies Foraminifera besar, epifauna pada sedimen, mendiami perairan pada keadaan tenaga rendah dan keamatan cahaya yang sederhana pada kedalaman 20-70 m (Murray 2006). Renema et al. (2001) melaporkan di kawasan terumbu karang pada kedalaman 9-20 m. Di dalam kajian ini, spesies ini paling banyak dijumpai pada stesen 26 yang bertekstur sedimen pasir dan berkedalaman 17 m. Ianya dilihat lebih banyak tertumpu di bahagian muara ke laut lepas dengan julat kedalaman antara 15-20 m (Rajah 2). Spesies ini merupakan spesies dominan dan sangat biasa ditemui di perairan Laut China Selatan.

Asterorotalia pulchella (d'Orbigny 1839) Morfologi: Dinding adalah berkapur dan berpori. Cengkerang adalah rata dan trokospiral ke hampir planispiral. Mempunyai 8 ke 12 bilik pada lingkaran akhir. Bilik pada bahagian umbilikal dipisahkan oleh sutur. Sutura adalah menekan. Apertur adalah bukaan membujur dan disusun secara menegak dan hampir sama. Permukaan adalah licin di antara bonjol, pustul dan permatang yang banyak. Tiga duri besar dapat dilihat di setiap penjuru cengkerang.

Catatan: Spesies ini merupakan spesies epifauna di kawasan marin subtropika ke tropika. Kelimpahan tertinggi dan ketara (<1000 individu) dicatatkan pada stesen 5 yang bertekstur sedimen pasir berlodak. Stesen-stesen lain hanya mencatatkan kelimpahan <200 individu (Rajah 2). Spesies ini antara spesies dominan yang direkodkan di Pentas Sunda (Szarek et al. 2006). Turut dilaporkan di Sabah (Whittaker & Hodgkinson 1979) dan Lautan Pasifik (Jones 1994).

KESIMPULAN

Hasil kajian yang telah dijalankan di sekitar Delta Sungai Pahang menunjukkan bahawa taburan dan kepelbagaian Foraminifera adalah sederhana menepati persekitaran marin pinggir. Terdapat sebanyak 28501 individu Foraminifera telah ditemui dan dikategorikan kepada 30 famili, 45 genus dan 82 spesies. Indeks kepelbagaian spesies (H') yang dicatatkan adalah antara 1.1 dan 3.1. Manakala indeks kekayaan spesies (α) adalah antara 2.0



RAJAH 2. Taburan spesies-spesies dominan di kawasan kajian

dan 9.4. Famili paling dominan adalah Amphisteginidae yang mencatatkan 9280 individu.

Spesies yang paling dominan ialah *Amphistegina lessonii* dengan jumlah sebanyak 4790 individu ($D=16.8\%$). Kekerapan relatif (F) yang paling tinggi dicatatkan oleh *Quinqueloculina candeiana* (90.9%). Daripada 82 spesies yang telah berjaya dikenal pasti, hanya dua spesies sahaja menunjukkan aras populasi melimpah ($>10\%$), tiga spesies menunjukkan aras populasi biasa (10-5%) dan 14 spesies mempunyai 1 hingga 5% aras populasi. Spesies-spesies yang selebihnya menunjukkan aras populasi kurang daripada 1%.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan ditujukan kepada UKM atas penajaan projek penyelidikan melalui geran INDUSTRI-2013-027 dan DPP-2015-075.

RUJUKAN

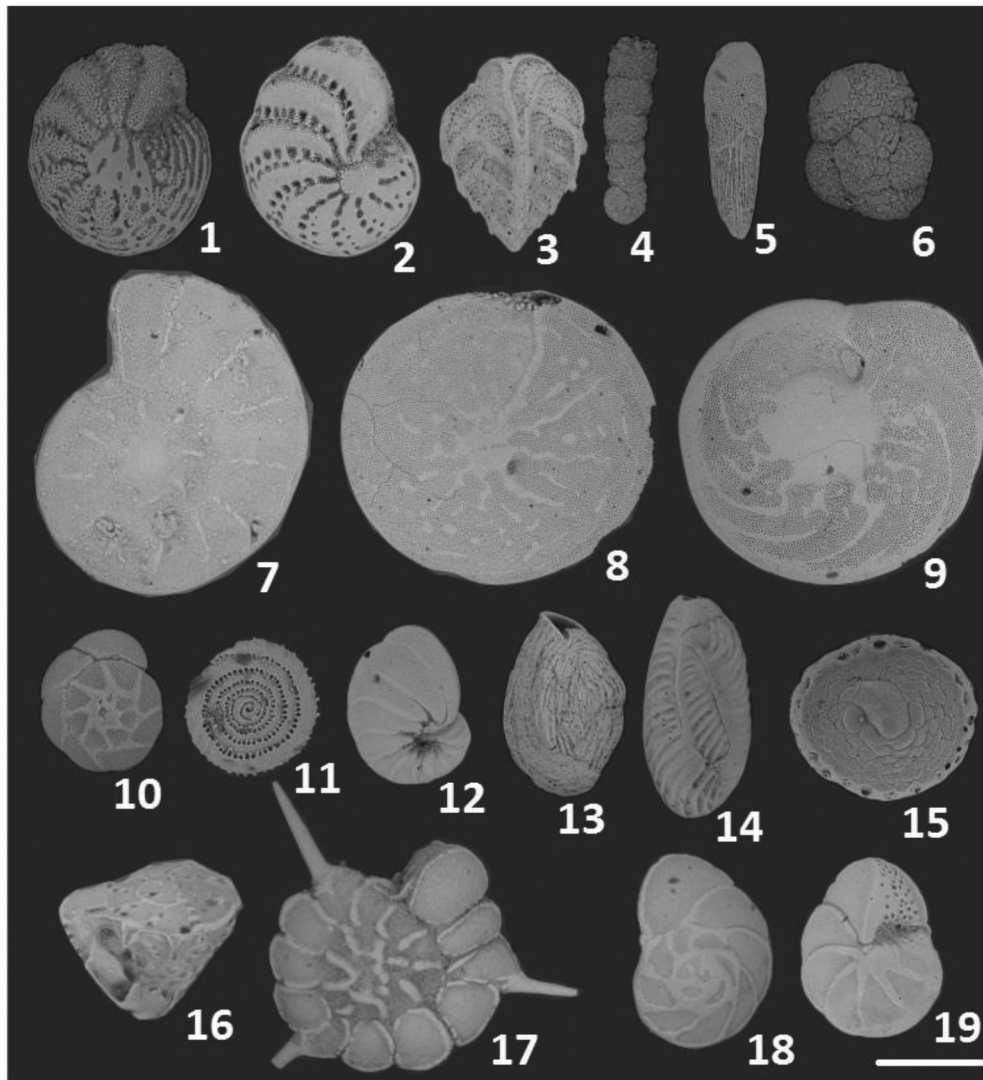
- Boersma, A. 1980. Foraminifera. Dlm. *Introduction to Marine Micropaleontology*, disunting oleh Haq, B. U. dan Boersma, A. New York: Elsevier North Holland, Inc. hlm. 19-77.
- Boltovskoy, E., Scott, D.B. & Milioli, F.S. 1991. Morphological variation of benthic foraminifera test in response to changes in ecological parameter: A review. *Journal of Palaeontology* 65(2): 175-185.

- Culver, S.J., Leorri, E., Corbett, D.R., Mallinson, D.J., Shazili, N.A.M., Mohammad, M.N., Parham, P.R. & Yaacob, R. 2013. Infaunal mangrove swamp foraminifera in the Setiu Wetland, Terengganu, Malaysia. *Journal of Foraminiferal Research* 43: 262-279.
- Culver, S.J., Mallinson, D.J., Corbett, D.R., Leorri, E., Rouf, A.A., Shazili, N.A.M., Yaacob, R., Whittaker, J.E., Buzas, M.A. & Parham, P.R. 2012. Distribution of foraminifera in the Setiu estuary and lagoon, Terengganu, Malaysia. *Journal of Foraminiferal Research* 42(2): 109-133.
- Dhillon, D.S. 1969. Three new species of foraminifera from Malaysia. *Journal of Paleontology* 43(3): 767-770.
- Doyle, P. 1999. *Understanding Fossils: An Introduction to Invertebrate Paleontology*. London: John Wiley and Sons.
- Fisher, R.A., Corbert, A.S. & Williams, C.B. 1943. The relationship between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology* 12: 42-58.
- Hasan, S.S., Mohamed, M., Muhsin, N. & Jirin, S. 2012. The distribution of *Miliammina fusca* in three different environmental settings of Malay Peninsula, Malaysia. Dlm. *Ninth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*, disunting oleh Alegret, L., Ortiz, S. & Kaminski, M.A. Grzybowski Foundation Special Publication. p. 18: 38.
- Husain, M.L., Satyanarayana, B. & Ibrahim, R. 2007. Down-core variations of foraminiferal distribution in the mangrove sediments of Kapar and Matang, West Coast of Peninsular Malaysia. *Journal of Sustainability Science and Management* 2(2): 38-54.
- Jones, R.W. 1994. *The Challenger Foraminifera*. Oxford: Oxford University Press.
- Loeblich, A.R. & Tappan, H.N. 1988. *Foraminifera Genera and their Classification*. New York: University of Kansas Press.
- Milker, Y. & Schmiedl, G. 2012. A taxonomic guide to modern benthic shelf foraminifera of the western Mediterranean Sea. *Palaeontologia Electronica* 15(2): 1-134.
- Minhat, F.I., Yahya, K., Talib, A. & Ahmad, O. 2014. Benthic foraminiferal distributions as bioindicators in coastal waters of Penang National Park, Malaysia. *Journal of Foraminiferal Research* 44(2): 143-150.
- Mohamed, M., Hasan, S.S., Yakzan, A.M. & Jirin, S. 2008. Agglutinated foraminiferal trends and assemblages of the Sedili Besar River and its offshore area, Southeastern Peninsular Malaysia. Dlm. *Eighth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*, disunting oleh Filipescu, S. dan Kaminski M.A. Grzybowski Foundation Special Publication. hlm. 35.
- Murray, J.W. 2006. *Ecology and Application of Benthic Foraminifera*. New York: Cambridge University Press.
- Pringgoprawiro, H. & Kapid, R. 2000. *Foraminifera: Pengenalan Mikrofosil dan Aplikasi Biostratigrafi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Renema, W., Hoeksema, B.W. & van Hinte, J.E. 2001. Larger benthic foraminifera and their distribution patterns on the Spermonde shelf, South Sulawesi. *Zoologische Verhandelingen* 334: 115-149.
- Shannon, C. & Weaver, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Szarek, R., Kuhnt, W., Kawamura, H. & Kitazato, H. 2006. Distribution of recent benthic foraminifera on the Sunda Shelf (South China Sea). *Marine Micropaleontology* 61: 171-195.
- Whittaker, J.E. & Hodgkinson, R.L. 1979. *Foraminifera of the Togopi Formation, Eastern Sabah, Malaysia*. London: British Museum.
- Noraswana Nor Faiz*, Ramlan Omar & Muhamad Naim Abd Malek
 Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam
 Fakulti Sains dan Teknologi
 Universiti Kebangsaan Malaysia
 43600 Bangi, Selangor Darul Ehsan
 Malaysia
- Chuanshun Li & Yanguang Liu
 First Institute of Oceanography
 State Oceanic Administration
 6 Xianxialing Road
 Qingdao 266061
 China

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: iswana08@gmail.com

Diserahkan: 30 April 2015

Diterima: 3 Disember 2015



Gambar 1. *Elphidium hispidulum* (Cushman 1936); pandangan lateral, $\times 250$. Gambar 2. *Elphidium advenum* (Cushman 1922); pandangan lateral, $\times 250$. Gambar 3: *Reussella spinulosa* (Reuss 1850); pandangan lateral, $\times 250$. Gambar 4: *Ammaculites agglutinans* (d'Orbigny 1846); pandangan lateral, $\times 250$. Gambar 5: *Brizalina sriatula* (Cushman 1922); pandangan lateral, $\times 300$. Gambar 6: *Ammoglobigerina globigeriniformis* (Parker & Jones 1859); pandangan spiral, $\times 600$. Gambar 7: *Operculina ammoides* (Gronovius 1781); pandangan lateral, $\times 200$. Gambar 8: *Amphistegina lessonii* (d'Orbigny 1826); pandangan lateral, $\times 200$. Gambar 9: *Amphistegina gibbosa* (d'Orbigny 1839); pandangan lateral, $\times 250$. Gambar 10: *Ammonia beccarii* (Linnaeus 1758); pandangan spiral, $\times 400$. Gambar 11: *Spirillina denticulata* (Brady 1844); pandangan lateral, $\times 400$. Gambar 12: *Nonoin fabum* (Fichtell & Moll 1798); pandangan lateral, $\times 400$. Gambar 13: *Lachlanella undulata* (d'Orbigny 1852); pandangan lateral, $\times 400$. Gambar 14. *Quinqueloculina tranversestriata* (Brady 1881); pandangan lateral, $\times 300$. Gambar 15: *Sorites marginalis* (Lamarck 1816); pandangan lateral, $\times 250$. Gambar 16: *Pseudorotalia schroeteriana* (Parker & Jones 1862); pandangan spiral, $\times 250$. Gambar 17: *Asterorotalia pulchella* (d'Orbigny 1839); pandangan spiral, $\times 250$. Gambar 18, 19: *Eponides cribrorepandus* (Asano & Uchio 1951); 18. pandangan spiral, $\times 250$ 19. pandangan umbilikal, $\times 250$

PLAT 1 Sebahagian daripada spesies Foraminifera yang banyak ditemui di sekitar Delta Sungai Pahang, Pahang (Skala palang = 200 μm)