

Fosil Radiolaria daripada Batuan Bersilika-Rijang di Pos Blau (Singkapan Pb-1), Baratdaya Kelantan, Semenanjung Malaysia

(Radiolarian Fossil of Siliceous-Cherty Rock from Pos Blau (Outcrop Pb-1),
Southwest Kelantan, Peninsular Malaysia)

MUHAMMAD ASHAHADI DZULKAFI*, BASIR JASIN, MOHD SHAFEEA LEMAN & NORASIAH SULAIMAN

ABSTRAK

Fosil radiolaria berusia Perm Awal telah ditemui daripada batuan silika-rijang di Pos Blau, baratdaya Kelantan, Semenanjung Malaysia. Sebanyak empat puluh spesies radiolaria tergolong dalam lima belas genera dan tujuh famili telah dikenal pasti. Fauna radiolaria yang diperolehi termasuklah spesies penunjuk usia seperti Pseudoalbaillella lomentaria, Ps. sakmarensis, Ps. scalprata scalprata, Ps. scalprata postscalprata dan Ps. scalprata rhombothoracata. Kesemua radiolaria ini mewakili usia Perm awal merujuk kepada Zon Himpunan Pseudoalbaillella lomentaria (Sakmarian Awal) dan Zon Himpunan Pseudoalbaillella scalprata m. rhombothoracata (Sakmarian Akhir). Keputusan ini dapat menambah baik maklumat biostratigrafi radiolaria dan usia batuan bersilika-rijang di kawasan Pos Blau dan di dalam Zon Sutura Bentong-Raub.

Kata kunci: Batuan silika-rijang; Perm Awal; Pos Blau; radiolaria; Semenanjung Malaysia

ABSTRACT

An Early Permian radiolarian fossil were discovered from siliceous-cherty rocks from Pos Blau, southwest Kelantan, Peninsular Malaysia. Forty species of radiolarian belonging to fifteen genera and seven families have been recognized. The radiolarian fauna obtained includes age-diagnostic species such as Pseudoalbaillella lomentaria, Ps. sakmarensis, Ps. scalprata scalprata, Ps. scalprata postscalprata and Ps. scalprata rhombothoracata. These radiolarians represent an early Permian age corresponding to the Pseudoalbaillella lomentaria Assemblage Zone (Early Sakmarian) and Pseudoalbaillella scalprata m. rhombothoracata Assemblage Zone (Late Sakmarian). This finding improves the radiolarian biostratigraphic information and the age of the siliceous-cherty rocks in Pos Blau area and the Bentong-Raub Suture Zone.

Keywords: Early Permian; Pos Blau; Peninsular Malaysia; radiolaria; siliceous-cherty rock

PENDAHULUAN

Kawasan Pos Blau terletak di dalam daerah Gua Musang, iaitu di pinggir Sungai Berok dan berada di laluan lebuh raya yang menghubungkan Bandar Gua Musang di Kelantan dan Tanah Tinggi Cameron di Pahang. Kemudahan dan penempatan penduduk boleh dicapai melalui jalan raya utama ini yang terletak kira-kira 2 km ke utara dari jambatan Sungai Berok. Kawasan ini dirancahkan dengan aktiviti perladangan kelapa sawit selain masih banyak permukaan berbukit yang belum diterokai. Perubahan masa memperlihatkan perkembangan yang sangat pesat dalam sektor ini, dan situasi ini menyebabkan lebih banyak bukit bukau ditarah bagi tujuan penanaman. Hal ini secara tidak langsung mendedahkan batuan yang segar di kawasan ini dan membuka ruang dan peluang untuk menjalankan kajian geologi.

Geologi kawasan Pos Blau dan sekitarnya mula dikaji semenjak tahun 1970-an melalui program pemetaan oleh Jabatan Kajibumi Malaysia (Aw 1974). Maklumat mengenai jenis batuan, jenis fosil dan taburannya, struktur dan usia telah direkodkan dan usaha mengemas kini

maklumat geologi di kawasan ini masih diteruskan (Mohd Shafeea 1995; Muhammad Ashahadi et al. 2017, 2016, 2012; Tjia & Syed Sheikh 1996).

Salah satu batuan yang terdapat di Pos Blau ialah batuan rijang. Kajian terkini oleh Muhammad Ashahadi et al. (2017) mendapati batuan ini mengandungi fosil Radiolaria yang dikenal pasti tergolong dalam Zon himpunan *Pseudoalbaillella globosa* berusia Roadian (Awal Perm Tengah). Kertas ini akan mempersembahkan hasil kajian yang dijalankan ke atas jujukan batuan bersilika-rijang di singkapan baru (Singkapan PB-1) di kawasan Pos Blau. Fokus utama kertas ini adalah untuk membincangkan komposisi fosil serta aspek biostratigrafi dan usia yang ditemui oleh pengkaji. Selain itu, korelasi dan kemas kini maklumat biostratigrafi radiolaria di Pos Blau dan dalam Zon Sutura Bentong-Raub juga akan dibincangkan.

GEOLOGI DAN HURAIAN SINGKAPAN KAJIAN

Batuan bersilika-rijang di kawasan ini didapati wujud dalam bentuk peralihan nipis yang lazimnya berselang

lapis dengan syal dan batu lumpur bertuf. Di sesetengah kawasan, batuan bersilika-rijang ini juga tersingkap sebagai bongkah batuan. Singkapan jujukan bersilika-rijang ini tertabur secara bertompok-tompok memandangkan terdapat banyak muka cerun jalanraya yang masih dilitupi tumbuhan. Batuan ini juga dikatakan mewakili sempadan timur bagi Zon Sutura Bentong-Raub (Tjia & Syed Sheikh 1996) dan merupakan sebahagian daripada sisa sedimen laut dalam yang dikenali sebagai Paleo-Tethys (Basir 2013).

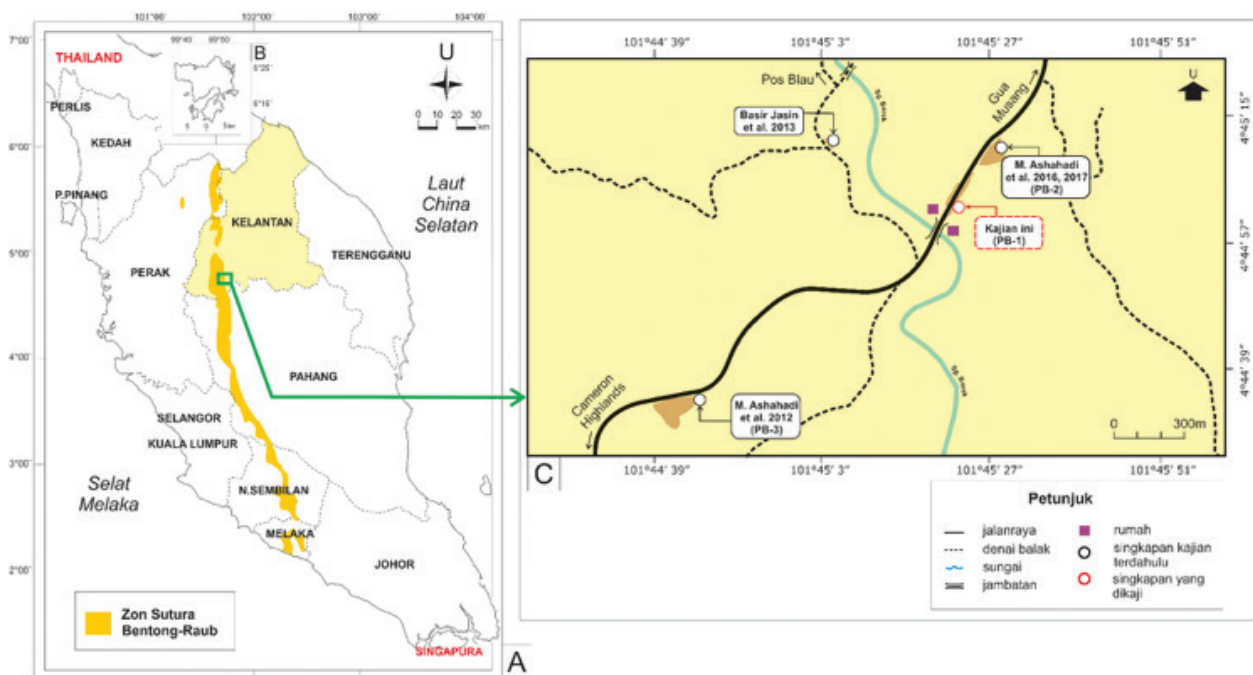
Kajian mengenai fosil radiolaria daripada batuan bersilika-rijang di Pos Blau mencatatkan rekod usia paling tua iaitu seawal Perm Awal (Sakmarian) oleh Basir (1994). Kajian lanjut dan berterusan oleh pengkaji (Basir et al. 2013; Muhammad Ashahadi et al. 2017, 2016, 2012; Spiller 2000, 1995) mendapati wujud jujukan yang berusia lebih muda sehingga usia Perm Tengah (Wordian). Masih terdapat singkapan baru yang belum dikaji dan ini menyediakan ruang terbuka untuk menjalankan kajian selanjutnya. Berdasarkan penemuan fosil-fosil ini, usia batuan tersebut boleh dijelaskan dengan lebih baik seterusnya memperbaiki stratigrafi khusus di Pos Blau dan Zon Sutura Bentong-Raub di Semenanjung Malaysia.

Suatu kajian telah dijalankan ke atas jujukan batuan bersilika-rijang yang terletak pada kedudukan ($4^{\circ}45'05.23''$ utara, $101^{\circ}45'21.51''$ timur) (Rajah 1) dan dilabel sebagai singkapan (PB-1). Singkapan ini terletak kira-kira 100 m ke arah timur dari jambatan Sungai Berok. Singkapan ini merupakan cerun potongan jalanraya yang mempunyai 4 teres. Jujukan ini merupakan sebuah bongkah batuan. Rijang ini dicirikan berwarna merah jambu, perang dan kelabu cerah hingga gelap dan didapati berselang lapis

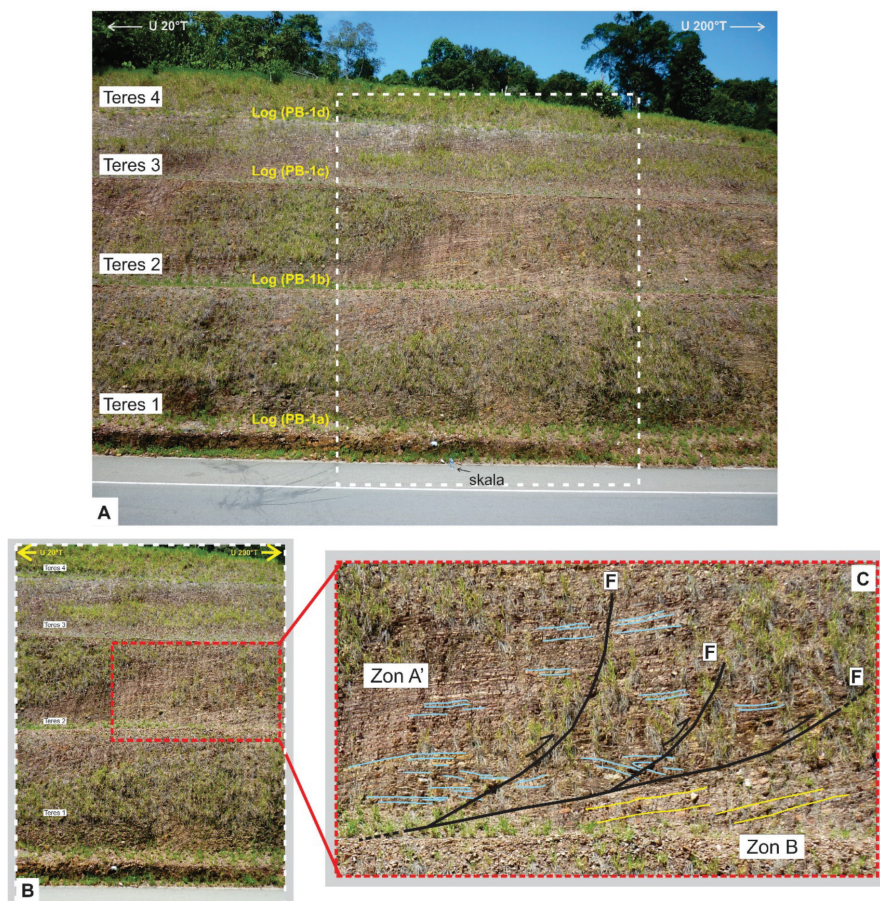
dengan syal yang sangat nipis. Ketebalan individu lapisan bersilika berjulat dari 1 hingga 10 cm manakala lapisan nipis syal berketebalan kurang daripada 0.5 cm. Umumnya batuan ini berkemiringan rendah iaitu sekitar 30° dan berjurus ke arah utara-timurlaut. Struktur perlipatan dan beberapa sesar dapat dilihat di singkapan ini. Keseluruhan jujukan ini berketebalan 12 m dan sebanyak empat log sedimen telah dibina bagi singkapan ini iaitu Log (PB-1a) hingga log (PB-1d). Rajah 2A menunjukkan singkapan yang dikaji.

BAHAN DAN KAEDAH

Sebanyak 56 sampel keseluruhannya telah dipungut untuk tujuan analisis fosil radiolaria. Kesemua sampel dilabel sebagai sampel A1-A40 bagi Log (PB-1a), sampel B1-B9 bagi Log (PB-1b), sampel C1-C4 bagi Log (PB-1c) dan seterusnya sampel D1-D3 bagi Log (PB-1d). Sampel dipecahkan menggunakan *Jaw Crusher* sehingga mencapai saiz 1 cm dan kemudian dimasukkan ke dalam bikar plastik mengikut label masing-masing. Untuk mengekstrak fosil radiolaria daripada batu, teknik perlarutan asid hidroflorik (HF) yang diperkenalkan oleh Pessagno dan Newport (1972) diguna pakai dalam kajian ini. Larutan HF yang berkepekatan 49% dicampurkan dengan air pada nisbah 1 bahagian HF: 9 bahagian air. Campuran ini dimasukkan ke dalam bikar plastik yang mengandungi sampel batu dan direndam selama 5 hari sebelum diayak. Baki ayakan dituras dan dikeringkan selama 5 hari dan kerja-kerja mencerpap menggunakan mikroskop binokular dijalankan. Spesimen fosil yang mempunyai awetan baik diambil fotonya menggunakan Mikroskop Imbasan Elektron (SEM).



RAJAH 1. Lokasi singkapan PB-1 yang dikaji Diubahsuai daripada Muhammad Ashahadi et al. 2017



RAJAH 2. (A) Jujukan batuan bersilika di singkapan (PB-1). (B) Imej pembesaran daripada (A) dan (C) Surihan sesar songsang yang terdapat di singkapan

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

SEKUTUAN BATUAN DAN SEKITARAN PENGENDAPAN

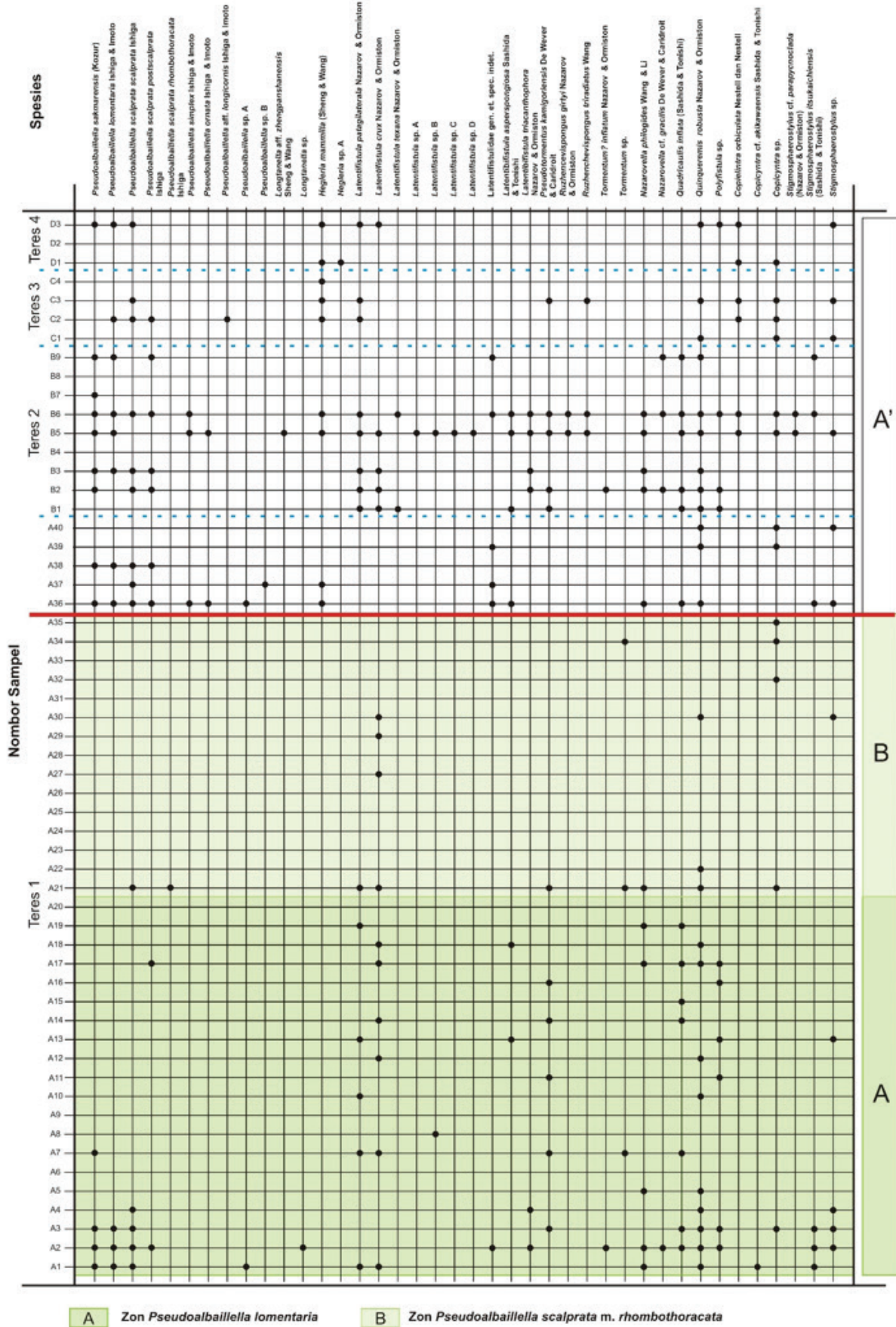
Jujukan batuan di singkapan ini ditafsirkan sebagai sebuah bongkah. Tafsiran ini dibuat kerana jujukan batuan ini didapati tidak menindih atau ditindih oleh batuan lain. Batuan bersilika ini di dapati berselang lapis dengan syal nipis dan dikategorikan sebagai sekutuan rijang-syal berdasarkan (Karl 1989). Jujukan sedemikian juga dikategorikan sebagai sekutuan rijang pinggir benua menurut tafsiran oleh Jones et al. (1986).

KOMPOSISI FOSIL RADIOLARIA

Sejumlah 40 spesies radiolaria telah dikenal pasti. Spesies tersebut tergolong dalam 15 genera daripada 7 famili. Spesimen fosil yang ditemui terawet dengan baik. Senarai spesies dan taburannya di dalam jujukan ditunjukkan dalam Rajah 3. Secara keseluruhannya, fosil radiolaria di singkapan ini dominan dengan spesies daripada order Albaillellaria dan Latentifistularia. Spesies ini hadir dari bahagian bawah (teres 1) hingga bahagian atas (teres 4) jujukan batuan. Sampel A1 hingga sampel A3 dari bahagian bawah jujukan, sangat kaya dengan spesies *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur) dan

Pseudoalbaillella scalprata scalprata Ishiga. Spesies-spesies dalam genus ini lenyap bermula daripada sampel A22 hingga sampel A35. Namun begitu, spesies ini muncul semula dan sangat kaya di dalam sampel A36 hingga ke bahagian atas jujukan. *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur), *Pseudoalbaillella lomentaria* (Ishiga & Imoto), *Pseudoalbaillella scalprata scalprata* Ishiga dan *Pseudoalbaillella scalprata postscalprata* Ishiga hadir dalam hampir setiap lapisan. Terdapat sesar yang menyempadani antara sampel A35 dan A36. Spesies *Pseudoalbaillella scalprata rhombothoracata* Ishiga hanya ditemui dalam sampel A21. Sebanyak 22 spesies daripada order Latentifistularia telah dikenal pasti. Spesies ini mempunyai kelimpahan yang sederhana di bahagian bawah manakala di bahagian tengah jujukan (teres 2, sampel B), kelimpahannya sangat tinggi. Kebanyakan spesies yang ditemui adalah daripada genus Latentifistula.

Spesies dalam famili Follicucullidae ialah *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga & Imoto, *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur), *Pseudoalbaillella scalprata scalprata* Ishiga, *Pseudoalbaillella scalprata postscalprata* Ishiga, *Pseudoalbaillella scalprata rhombothoracata* Ishiga, *Pseudoalbaillella ornata* Ishiga & Imoto, *Pseudoalbaillella simplex* Ishiga & Imoto, *Pseudoalbaillella aff. longicornis* Ishiga &

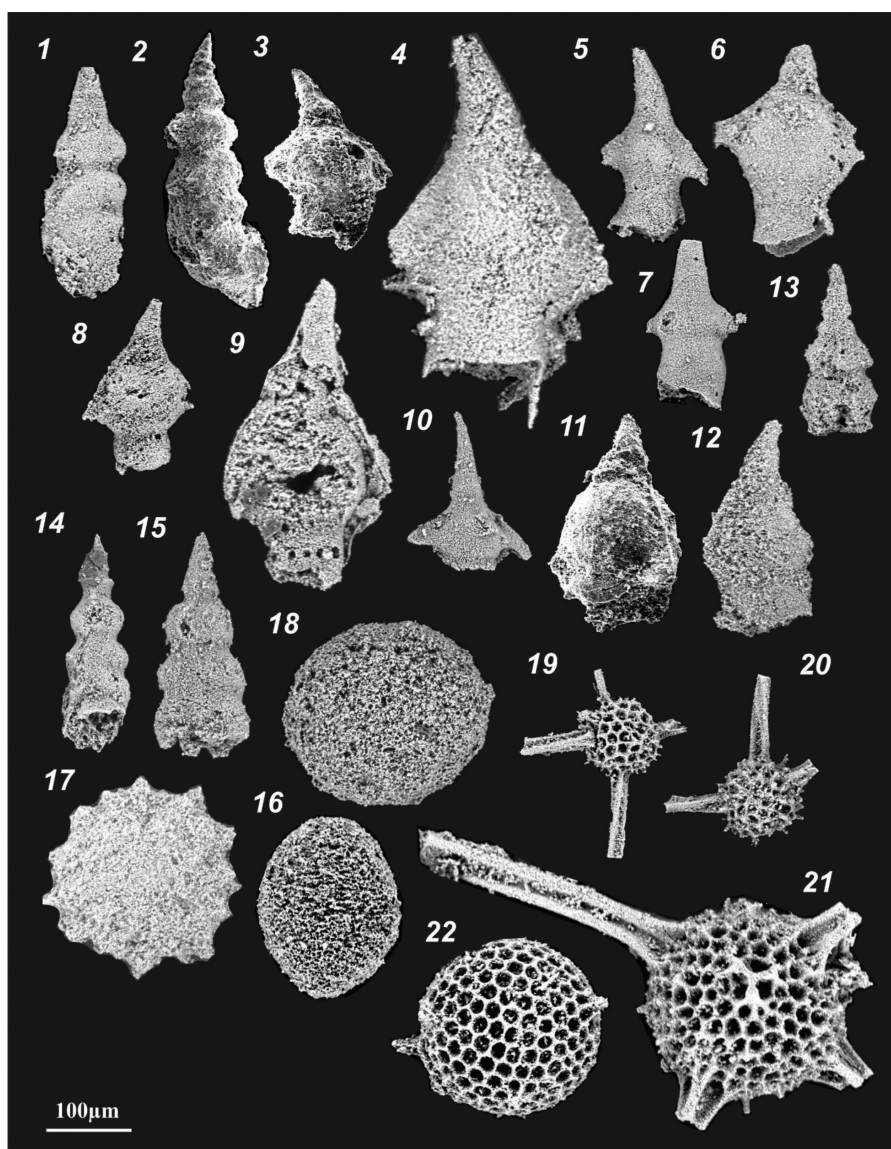


RAJAH 3. Taburan spesies radiolaria dan zon himpunan radiolaria di singkapan (PB-1)

Imoto, *Pseudoalbaillella* sp. A, *Pseudoalbaillella* sp. B, *Longtanella* aff. *zhengpanshanensis* Sheng & Wang dan *Longtanella* sp. Famili Pseudolitheliidae terdiri daripada spesies *Hegleria mammilla* (Sheng & Wang), *Hegleria* sp. A. Spesies-spesies dalam famili Latentifistulidae ialah *Latentifistula patagilaterala* Nazarov & Ormiston, *Latentifistula crux* Nazarov & Ormiston, *Latentifistula texana* Nazarov & Ormiston, *Latentifistula* sp. A, *Latentifistula* sp. B, *Latentifistula* sp. C, *Latentifistula* sp. D dan Latentifistulidae gen. et. spec. indet.

Famili Ruzhencevispongidae merangkumi spesies seperti *Latentibifistula asperspongiosa* Sashida & Tonishi, *Latentibifistula triacanthophora* Nazarov & Ormiston, *Pseudotormentus kamigoriensis* De Wever &

Caridroit, *Ruzhencevisponus girtyi* Nazarov & Ormiston, *Ruzhencevisponus triradiatus* Wang, *Tormentum? inflatum* Nazarov & Ormiston dan *Tormentum* sp. Dalam famili Cauletellidae pula, spesies yang ditemui ialah *Nazarovella philogides* Wang & Li, *Nazarovella* cf. *gracilis* De Wever & Caridroit, *Quadricaulis inflata* (Sashida & Tonishi), *Quinqueremis robusta* Nazarov & Ormiston dan *Polyfistula* sp. Spesies dalam famili Archaeospongoprundidae ialah seperti *Copielintra orbiculata* Nestell & Nestell, *Copicyntra* cf. *akikawaensis* Sashida & Tonishi dan *Copicyntra* sp. manakala bagi famili Entactiniidae, spesies yang ditemui ialah *Stigmosphaerostylus* cf. *parapycnoclada* (Nazarov & Ormiston), *Stigmosphaerostylus itsukaichiensis* (Sashida



1- *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga & Imoto, 2- *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur), 3 & 4- *Pseudoalbaillella scalprata scalprata* Ishiga, 5- *Pseudoalbaillella scalprata postscalprata* Ishiga, 6- *Pseudoalbaillella scalprata rhombothoracata* Ishiga, 7- *Pseudoalbaillella simplex* Ishiga & Imoto, 8 & 9- *Pseudoalbaillella ornata* Ishiga & Imoto, 10- *Pseudoalbaillella* aff. *longicornis* Ishiga & Imoto, 11- *Pseudoalbaillella* sp. A, 12- *Pseudoalbaillella* sp. B, 13- *Longtanella* aff. *zhengpanshanensis* Sheng & Wang, 14 & 15- *Longtanella* sp., 16- *Copielintra orbiculata* Nestell & Nestell, 17- *Copicyntra* cf. *akikawaensis* Sashida & Tonishi, 18- *Copicyntra* sp., 19 & 20- *Stigmosphaerostylus* cf. *parapycnoclada* (Nazarov & Ormiston), 21- *Stigmosphaerostylus itsukaichiensis* (Sashida & Tonishi), 22- *Stigmosphaerostylus* sp.

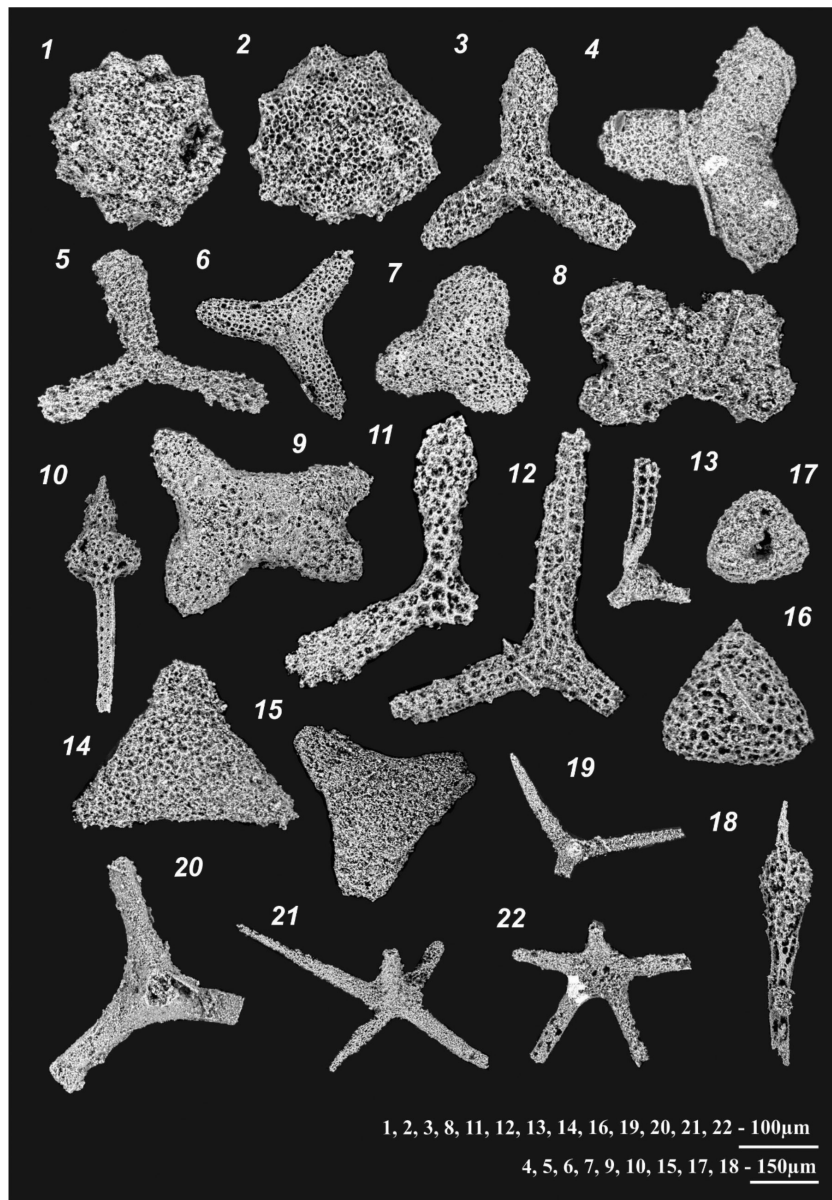
& Tonishi) dan *Stigmosphaerostylus* sp. Kesemua fosil radiolaria yang ditemui dalam kajian ini diilustrasikan dalam Plat 1 dan Plat 2.

BIOSTRATIGRAFI RADIOLARIA DAN USIA

Berdasarkan taburan stratigrafi beberapa fosil indeks yang ditemui, spesies daripada singkapan ini boleh dimasukkan ke dalam dua zon himpunan iaitu Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* dan Zon Himpunan *Pseudoalbaillella scalprata m. rhombothoracata*. Pengkelasan zon himpunan radiolaria di dalam kajian

ini adalah merujuk kepada taburan stratigrafi beberapa spesies radiolaria berusia Perm yang terpilih daripada genus *Pseudoalbaillella* seperti yang dicadangkan oleh Ishiga (1990), Wang dan Yang (2011) dan Zhang et al. (2010) (Rajah 4).

Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* dicirikan oleh kehadiran spesies indeks iaitu *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga & Imoto. Sempadan bawah zon ini tidak dapat ditentukan manakala sempadan atas zon ditandakan oleh kemunculan pertama kali spesies *Pseudoalbaillella scalprata rhombothoracata* Ishiga. Spesies yang



1- *Hegleria mammilla* (Sheng & Wang), 2- *Hegleria* sp. A, 3- *Latentifistula patagilaterala* Nazarov & Ormiston, 4- *Latentifistula crux* Nazarov & Ormiston, 5- *Latentifistula texana* Nazarov & Ormiston, 6- *Latentifistula* sp. A, 7- *Latentifistula* sp. B, 8- *Latentifistula* sp. C, 9- *Latentifistula* sp. D, 10- Latentifistulidae gen. et. spec. indet., 11- *Latentifistula asperspongiosa* Sashida & Tonishi, 12- *Latentifistula triacanthophora* Nazarov & Ormiston, 13- *Pseudotormentum kamigoriensis* De Wever & Caridroit, 14- *Ruzhencevispongus girtyi* Nazarov & Ormiston, 15- *Ruzhencevispongus triradiatus* Wang, 16- *Tormentum? inflatum* Nazarov & Ormiston, 17- *Tormentum* sp., 18- *Nazarovella philogides* Wang & Li, 19- *Nazarovella* cf. *gracilis* De Wever & Caridroit, 20- *Quadricaulis inflata* (Sashida & Tonishi), 21- *Quinqueremis robusta* Nazarov & Ormiston 22- *Polyfistula* sp.

Siri	Tahap	Zon Radiolaria	Taburan stratigrafi spesies radiolaria terpilih (Ishiga 1990, Zhang et al. 2010, Wang & Yang 2011)																	
LOPINGIAN	CHANGHSINGIAN	<i>Neobalaillella optima</i>																		
	WUCHIAPINGIAN	<i>Neobalaillella ornithoformis</i>																		
GUADALUPIAN	CAPITANIAN	<i>Follicucullus porrectus</i>																		
	WORDIAN	<i>Follicucullus monacanthus</i>																		
	ROADIAN	<i>Pseudoalaillella globosa</i>																		
CISURALIAN	KUNGURIAN	<i>Pseudoalaillella longtanensis</i>																		
	ARTINSKIAN	<i>Albaillella sinuata</i>																		
	SAKMARIAN	<i>Pseudoalaillella scalprata m. rhombothoracata</i>																		
		<i>Pseudoalaillella lomentaria</i>																		
	ASSELIAN	<i>Pseudoalaillella u-forma m. II</i>																		
		<i>Pseudoalaillella u-forma m. I</i>																		
<i>Pseudoalaillella bulbosa</i>																				

RAJAH 4. Taburan stratigrafi beberapa spesies radiolaria terpilih berdasarkan Ishiga (1990), Wang & Yang (2011) dan Zhang et al. (2010)

berasosiasi dengan *Pseudoalaillella lomentaria* Ishiga & Imoto adalah *Pseudoalaillella sakmarensis* (Kozur), *Pseudoalaillella scalprata scalprata* Ishiga, *Pseudoalaillella scalprata postscalprata* Ishiga, *Pseudoalaillella sp. A*, *Pseudoalaillella sp. B*, *Longtanella sp.*, *Latentifistula patagilaterala* Nazarov & Ormiston, *Latentifistula crux* Nazarov & Ormiston, *Latentifistula sp. B*, *Latentifistulidae gen. et. spec. indet.*, *Latentifistula asperspongiosa* Sashida & Tonishi, *Latentifistula triacanthophora* Nazarov & Ormiston, *Pseudotormentus kamigoriensis* De Wever & Caridroit, *Tormentum? inflatum* Nazarov & Ormiston, *Tormentum sp.*, *Nazarovella philogides* Wang & Li, *Nazarovella cf. gracilis* De Wever & Caridroit, *Quadricaulis inflata* (Sashida & Tonishi), *Quinqueremis robusta* Nazarov & Ormiston, *Polyfistula sp.*, *Copicyntra cf. akikawaensis* Sashida & Tonishi, *Copicyntra sp.*, *Stigmosphaerostylus itsukaichiensis* (Sashida & Tonishi) dan *Stigmosphaerostylus sp.* Himpunan ini ditemui daripada sampel A1 hingga A20 dan diwakili oleh Zon A dalam Rajah 3. Zon Himpunan ini mewakili usia Sakmarian Awal (Perm Awal).

Zon Himpunan *Pseudoalaillella scalprata m. rhombothoracata* pula dicirikan dengan kemunculan pertama kali spesies *Pseudoalaillella scalprata rhombothoracata* Ishiga. Spesies ini berasosiasi dengan *Pseudoalaillella scalprata scalprata* Ishiga,

Latentifistula patagilaterala Nazarov & Ormiston, *Latentifistula crux* Nazarov & Ormiston, *Pseudotormentus kamigoriensis* De Wever & Caridroit, *Tormentum sp.*, *Nazarovella philogides* Wang & Li, *Quinqueremis robusta* Nazarov & Ormiston, *Copicyntra sp.* dan *Stigmosphaerostylus sp.* Himpunan ini diwakili daripada sampel A21 hingga sampel A35 dan diwakili oleh Zon B dalam Rajah 3. Zon Himpunan ini menunjukkan usia Sakmarian Akhir (Perm Awal).

Spesies dalam sampel A36 hingga D3 dikenal pasti dan boleh dimasukkan ke dalam Zon Himpunan *Pseudoalaillella lomentaria*. Zon ini berada di atas Zon Himpunan *Pseudoalaillella scalprata m. rhombothoracata*. Sempadan bawah zon ini ditandakan oleh kemunculan semula spesies *Pseudoalaillella lomentaria* Ishiga & Imoto. Komposisi spesies yang ditemui dalam zon ini sama seperti yang ditemui dalam Zon Himpunan *Pseudoalaillella lomentaria* di bahagian bawah jujukan. Namun begitu, beberapa spesies lain hadir iaitu *Pseudoalaillella simplex* Ishiga & Imoto, *Pseudoalaillella ornata* Ishiga & Imoto, *Pseudoalaillella sp. aff. Pseudoalaillella longicornis* Ishiga & Imoto, *Pseudoalaillella sp. B*, *Longtanella aff. zhengpanshanensis* Sheng & Wang, *Hegleria mammilla* (Sheng & Wang), *Hegleria sp. A*, *Latentifistula texana* Nazarov & Ormiston, *Latentifistula sp. A*, *Latentifistula sp. B*, *Latentifistula sp. C*, *Latentifistula*

sp. D, *Ruzhencevispongy girtyi* Nazarov & Ormiston, *Ruzhencevispongy triradiatus* Wang, *Copielintra orbiculata* Nestell & Nestell dan *Stigmospaerostylus* cf. *parapycnoclada* (Nazarov & Ormiston). Menurut Ishiga et al. (1982), *Pseudoalbaillella ornata* Ishiga & Imoto adalah spesies penunjuk bagi Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* yang berjulat usia pendek. Spesies yang tidak muncul dalam zon ini ialah *Pseudoalbaillella longicornis* Ishiga & Imoto, *Longtanella* sp. dan *Tormentum* sp.. Zon Himpunan diwakili oleh Zon A' dalam Rajah 3 yang mewakili usia Sakmarian Awal (Perm Awal).

PERULANGAN ZON HIMPUNAN RADIOLARIA

Analisis fosil radiolaria menunjukkan terdapat perulangan zon himpunan dalam jujukan batuan di singkapan ini. Seperti yang dinyatakan dalam bahagian terdahulu, radiolaria daripada singkapan ini boleh dimasukkan ke dalam dua zon himpunan iaitu Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* (Sakmarian Awal, Perm Awal) dan Zon Himpunan *Pseudoalbaillella scalprata* m. *rhombothoracata* (Sakmarian Akhir, Perm Awal). Keputusan kajian menunjukkan bahagian bawah jujukan adalah dalam keadaan berlapis normal iaitu memuda ke atas (sampel A1 hingga A35). Dalam sampel A36, spesies

indeks seperti *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga & Imoto, *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur), *Pseudoalbaillella scalprata scalprata* Ishiga, *Pseudoalbaillella scalprata postscalprata* Ishiga muncul semula. Spesies ini ditemui hingga ke sampel D3 dan himpunan fosil ini sesuai dimasukkan ke dalam Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* yang berusia Sakmarian Awal (dilabel sebagai Zon A').

Komposisi radiolaria dalam Zon A' menyerupai komposisi yang terdapat dalam Zon A. Darjah pengawetan fosil dalam keadaan baik dan pengenalanpastian hingga tahap spesies dapat ditentukan. Hal ini berlaku disebabkan kewujudan sesar-sesar, seperti yang dicerap di singkapan ini. Sesar yang wujud telah menganjak jujukan batuan dalam Zon A' yang ditafsirkan sebagai sebahagian atau mungkin berasal daripada batuan yang sama seperti dalam Zon A yang terenap di bahagian bawah jujukan. Kesan aktiviti sesar ini menyebabkan jujukan batuan Zon A' yang secara relatifnya lebih tua (Sakmarian Awal) terletak di atas Zon B yang usianya lebih muda (Sakmarian Akhir). Cerapan di lapangan jelas membuktikan hal ini dan digambarkan seperti dalam Rajah 2(B), 2(C). Berdasarkan arah pergerakan dan sudut sesar, sesar ini boleh dikelaskan sebagai sesar sungkup. Kewujudan sesar-sesar sebegini adalah lazim ditemui dan menjadi salah satu bukti penting bagi menyokong adanya pengaruh tektonik dalam zon kompleks penokokan.

Siri	Tahap	Zon Himpunan Radiolaria	Rekod hasil kajian radiolaria di Pos Blau (sempadan timur Zon Sutura Bentong-Raub)					
LOPINGIAN	CHANGHSINGIAN	<i>Neobaillella optima</i>						
	WUCHIAPINGIAN	<i>Neobaillella ornithoformis</i>						
GUADALUPIAN	CAPITANIAN	<i>Follicucullus porrectus</i>						
	WORDIAN	<i>Follicucullus monacanthus</i>						
	ROADIAN	<i>Pseudoalbaillella fusiformis</i>						
<i>Pseudoalbaillella globosa</i>								
CISURALIAN	KUNGURIAN	<i>Pseudoalbaillella longtanensis</i>	Basir Jasin (1994) Basir Jasin & Che Aziz (1997)	Spiller (2002) Spiller & Metcalfe (1995)	Muhammad Ashahadi et al. 2012 (PB-3)	Basir Jasin et al. 2013	Muhammad Ashahadi et al. 2016, 2017 (PB-2)	Kertas ini (PB-1)
	ARTINSKIAN	<i>Albaillella sinuata</i>						
	SAKMARIAN	<i>Pseudoalbaillella scalprata</i> m. <i>rhombothoracata</i>						
		<i>Pseudoalbaillella lomentaria</i>						
	ASSELIAN	<i>Pseudoalbaillella u-forma</i> m. II						
		<i>Pseudoalbaillella u-forma</i> m. I						
<i>Pseudoalbaillella bulbosa</i>								

RAJAH 5. Carta korelasi biostratigrafi radiolaria di Pos Blau, baratdaya Kelantan

Keadaan ini juga bertepatan dengan geologi kawasan kajian yang merupakan sebahagian daripada Zon Sutura Bentong-Raub. Zon ini adalah zon aktif tektonik yang banyak berlaku canggaan. Justeru, kewujudan bongkah batuan termasuk lapisan rijang adalah dijangkakan.

KEMAS KINI BIOSTRATIGRAFI RADIOLARIA DI POS BLAU

Muhammad Ashahadi et al. (2017) telah mengemas kini dan meringkaskan maklumat usia bagi jujukan batuan bersilika-rijang di Pos Blau. Menurut beliau, usia jujukan yang direkodkan adalah tidak berterusan dan masih terdapat rumpang yang belum diisi iaitu Zon Himpunan *Albaillella sinuata*. Dalam kajian ini, sebanyak dua zon himpunan radiolaria telah dikenal pasti iaitu Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* (Sakmarian Awal) dan Zon Himpunan *Pseudoalbaillella scalprata* m. *rhombothoracata* (Sakmarian Akhir). Julat usia ini adalah setara dengan penemuan terdahulu seperti yang dilaporkan oleh Muhammad Ashahadi et al. (2012) dan Spiller (2000, 1995) (Rajah 5). Kesemua jujukan batuan bersilika-rijang di singkapan ini ditafsirkan telah terendap dalam sela masa yang sama iaitu dari Sakmarian Awal hingga Sakmarian Akhir sekitar 295.5-290.1 juta tahun yang lalu semasa produktiviti radiolaria sangat tinggi. Keputusan ini juga menunjukkan tiada perubahan unjuran usia yang baru bagi jujukan bersilika-rijang di Pos Blau, sekaligus mengekalkan had usia yang sama bagi Zon Sutura Bentong-Raub.

KESIMPULAN

Jujukan di singkapan ini terdiri daripada rijang yang berselang lapis dengan syal yang nipis. Sebanyak 40 spesies radiolaria telah dikenal pasti dan tergolong dalam 15 genera daripada 7 famili. Fosil-fosil ini dihimpunkan dalam dua zon himpunan iaitu Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* yang berusia Sakmarian Awal dan Zon Himpunan *Pseudoalbaillella scalprata* m. *rhombothoracata* yang mewakili usia Sakmarian Akhir. Kedua-dua zon ini menunjukkan usia Perm Awal. Perulangan zon himpunan dalam singkapan ini jelas menunjukkan adanya pengaruh sesar yang mempunyai kaitan dengan aktiviti tektonik. Keputusan kajian ini menunjukkan tiada perubahan unjuran usia yang baru bagi jujukan bersilika-rijang di Pos Blau, sekaligus mengekalkan had usia yang sama bagi Zon Sutura Bentong-Raub.

PENGHARGAAN

Penyelidikan ini telah disumbang biaya oleh geran penyelidikan GGP-2017-017. Penghargaan juga dirakamkan kepada Prof. Madya Dr. Zaiton Harun, Dr. Ishlahuda Hani dan En. Dzulkafli sekeluarga atas sumbangan idea dan tenaga sepanjang beberapa fasa kerjalaksanaan dijalankan. Segala ulasan dan komen pewasit untuk penambahbaikan kertas ini sangat dihargai.

RUJUKAN

- Aw, P.C. 1974. Geology of Sungai Nenggiri - Sungai Betis Area, Sheet 44. *Geological Survey Malaysia Annual Report 1974*: 115-119.
- Basir Jasin, Atilia Bashardin & Zaiton Harun. 2013. Middle Permian Radiolarian from the siliceous mudstone block near Pos Blau, Ulu Kelantan and their significance. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 59: 33-88.
- Basir Jasin. 2013. Chert blocks in Bentong-Raub suture zone: A heritage of Palaeo-Tethys. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 59: 85-91.
- Basir Jasin. 1994. Early Permian Radiolaria from Ulu Kelantan, Malaysia. Seminar on Permo-Triassic of Peninsular Malaysia and associated mineralization-Abstract of paper. *Warta Geologi* 20(2): 96.
- Ishiga, H. 1990. Paleozoic radiolarians. Dlm. *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*, disunting oleh Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. & Yao, A. Osaka: Publication of IGCP Project. 224. pp. 285-295.
- Ishiga, H., Kito, T. & Imoto, N. 1982. Permian radiolarian biostratigraphy. *News of Osaka Micropaleontologists (NOM). Special volume 5*: 17-26.
- Jones, D.L. & Murchey, B. 1986. Geologic significance of Paleozoic and Mesozoic radiolarian chert. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 14: 455-492.
- Karl, S.M. 1989. Paleoenvironment implications of Alaskan siliceous deposits. Dlm. *Siliceous Deposits of the Tethys and Pacific Regions*, disunting oleh Hein, J.R. & Obradovic, J. New York: Springer-Verlag. pp. 168-200.
- Mohd Shafeea Leman. 1995. Permian ammonoids from Kuala Betis area, Kelantan and their paleogeographic significance. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 38: 153-158.
- Muhammad Ashahadi Dzulkafli, Mohd Shafeea Leman & Khor Wei Chung. 2017. Penemuan Zon Himpunan *Pseudoalbaillella globosa* (Radiolaria) di Pos Blau, baratdaya Kelantan, Semenanjung Malaysia dan implikasinya terhadap biostratigrafi radiolaria. *Sains Malaysiana* 46(12): 2349-2357.
- Muhammad Ashahadi Dzulkafli, Basir Jasin & Mohd Shafeea Leman. 2016. Taksonomi radiolaria dari genus *Pseudoalbaillella* berusia Perm dari Pos Blau, barat daya Kelantan, Semenanjung Malaysia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 62: 13-21.
- Muhammad Ashahadi Dzulkafli, Basir Jasin & Mohd Shafeea Leman. 2012. Radiolaria berusia Perm Awal (Sakmarian) dari singkapan baru di Pos Blau, Ulu Kelantan dan kepentingannya. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 58: 67-73.
- Pessagno, E.A., Jr. & Newport, R.L. 1972. A technique for extracting radiolaria from radiolarian cherts. *Micropaleontology* 18(2): 231-234.
- Spiller, F.C.P. 2002. Radiolarian biostratigraphy of Peninsular Malaysia and implications for regional palaeotectonics and palaeogeography. *Palaeontographica Abt. A*. 266: 1-91.
- Spiller, F.C.P. & Metcalfe, I. 1995. Palaeozoic and Mesozoic Radiolarian biostratigraphy of Peninsular Malaysia. *Proc. of the IGCP Symposium on Geology of Southeast Asia and adjacent areas. Journal of Geology. Series B(5-6)*: 75-93.
- Tjia, H.D. & Syed Sheikh Almashoor. 1996. The Bentong Suture in Southwest Kelantan, Peninsular Malaysia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 39: 195-211.
- Wang, Y.J. & Yang, Q. 2011. Biostratigraphy, phylogeny and paleobiogeography of Carboniferous-Permian radiolarians in South China. *Palaeoworld* 20: 134-145.

Zhang, N., Henderson, C.M., Xia, W.C., Wang, G.Q. & Shang, H.J. 2010. Conodonts and radiolarians through the Cisuralian-Guadalupian boundary from the Pingxiang and Dachongling sections, Guangxi region, South China. *Alcheringa* 34: 135-160.

Muhammad Ashahadi Dzulkaffi*, Mohd Shafeea Leman
& Norasiah Sulaiman
Program Geologi
Pusat Pengajian Sains Sekitaran & Sumber Alam
Fakulti Sains & Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan
Malaysia

Basir Jasin
No. 22, Jalan 2/4F, Seksyen 2
43650 Bandar Baru Bangi
Selangor Darul Ehsan
Malaysia

*Pengarang untuk surat menyurat; email: ashahadi@ukm.edu.my

Diserahkan: 30 Mac 2018
Diterima: 25 Jun 2018