

Radiolaria Perm Awal daripada Ladang Harmoni, Pos Blau, Baratdaya Kelantan (Early Perm Radiolaria from Ladang Harmoni, Pos Blau, South Kelantan)

MUHAMMAD ASHAHADI DZULKAFLI*, CHE AZIZ ALI & MOHD BASRIL ISWADI BASORI

Program Geologi, Jabatan Sains Bumi & Alam Sekitar, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan
Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

Diserahkan: 28 Mei 2021/Diterima: 7 Disember 2021

ABSTRAK

Radiolaria berusia Sakmarian Awal (Perm Awal) ditemui dalam jujukan rijang yang berselang lapis dengan batu lumpur bertuf daripada Ladang Harmoni, Pos Blau, Gua Musang. Sebanyak 21 spesies radiolaria telah dikenal pasti, terdiri daripada *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga & Imoto, *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur), *Pseudoalbaillella scalprata postscalprata* Ishiga, *Pseudoalbaillella* cf. *internata* Wang, *Pseudoalbaillella* sp. A, *Pseudoalbaillella* sp. B, *Hegleria mammilla* (Sheng & Wang), *Hegleria* sp. A, *Ruzhencevispongos rotundus* Feng, *Ruzhencevispongos girtyi* Nazarov & Ormiston, *Ruzhencevispongos triradiatus* Wang, *Latentifistula patagilaterala* Nazarov & Ormiston, *Latentifistula texana* Nazarov & Ormiston, *Latentifistula crux* Nazarov & Ormiston, *Latentibifistula triacanthophora* Nazarov & Ormiston, *Quinqueremis robusta* Nazarov & Ormiston, *Pseudotormentus kamigoriensis* De Wever & Caridroit, *Ormistonella robusta* De Wever & Caridroit, *Copicyntra* sp., *Copielintra* sp. dan *Stigmosphaerostylus itsukaichiensis* (Sashida & Tonishi). Kesemua spesies daripada singkapan ini boleh dimasukkan ke dalam Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* mewakili usia Sakmarian Awal (Perm Awal). Jujukan ini turut mengandungi beberapa serpihan fosil ammonoid *Agathiceras* sp.

Kata kunci: *Agathiceras*; Perm Awal; Pos Blau; *Pseudoalbaillella lomentaria*; Sakmarian

ABSTRACT

Early Perm radiolarian were found in a chert interbeds with tuffaceous mudstone from Ladang Harmoni, Pos Blau, Gua Musang. A total of 21 species of radiolaria have been identified, consisting of *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga & Imoto, *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur), *Pseudoalbaillella scalprata postscalprata* Ishiga, *Pseudoalbaillella* cf. *internata* Wang, *Pseudoalbaillella* sp. A, *Pseudoalbaillella* sp. B, *Hegleria mammilla* (Sheng & Wang), *Hegleria* sp. A, *Ruzhencevispongos rotundus* Feng, *Ruzhencevispongos girtyi* Nazarov & Ormiston, *Ruzhencevispongos triradiatus* Wang, *Latentifistula patagilaterala* Nazarov & Ormiston, *Latentifistula texana* Nazarov & Ormiston, *Latentifistula crux* Nazarov & Ormiston, *Latentibifistula triacanthophora* Nazarov & Ormiston, *Quinqueremis robusta* Nazarov & Ormiston, *Pseudotormentus kamigoriensis* De Wever & Caridroit, *Ormistonella robusta* De Wever & Caridroit, *Copicyntra* sp., *Copielintra* sp., and *Stigmosphaerostylus itsukaichiensis* (Sashida & Tonishi). All species from this outcrop can be included in the *Pseudoalbaillella lomentaria* Assemblage Zone representing the Early Sakmarian age, (Early Perm). This sequence also contains several fossil fragments of the ammonoid *Agathiceras* sp.

Keywords: *Agathiceras*; Early Perm; Pos Blau; *Pseudoalbaillella lomentaria*; Sakmarian

PENDAHULUAN

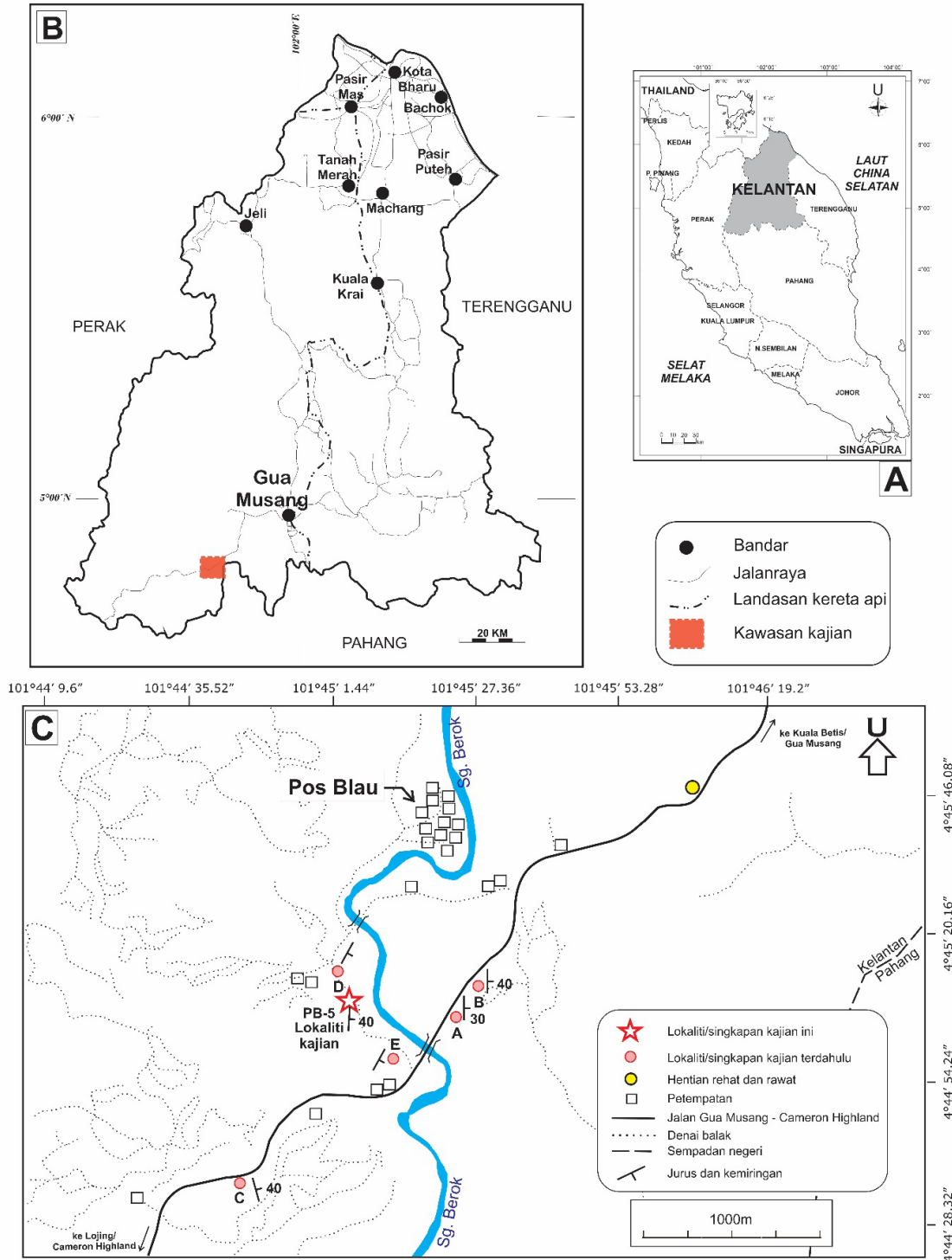
Terletak di antara Bandar Gua Musang (Kelantan) dan Tanah Tinggi Cameron (Pahang), Pos Blau iaitu kawasan kajian merupakan sebuah perkampungan kecil di pinggir Sungai Berok, barat daya negeri Kelantan (Rajah 1(A) & 1(B)). Pembukaan jalan raya alternatif serta aktiviti penerokaan hutan dan perladangan semenjak tahun 1980-

an telah mendedahkan banyak singkapan batuan segar terutamanya di cerun-cerun potongan jalan raya. Beberapa singkapan di dalam ladang juga ditemui dan salah satunya adalah di dalam Ladang Harmoni.

Sehingga ke hari ini, geologi di sekitar kawasan kajian masih terus dikaji dalam pelbagai aspek termasuk geofizik, geokimia dan penjelajahan sumber mineral ekonomi.

Maklumat fosil melalui kajian mikropaleontologi dan paleontologi bagi penentuan usia batuan juga masih belum lengkap. Dalam kertas ini, kami melaporkan hasil kajian ke atas sebuah jujukan batuan yang terletak di dalam kawasan ladang berhampiran Sungai Berok, Pos

Blau. Singkapan ini adalah singkapan baru yang terdiri daripada jujukan batuan bersilika-rijang dan masih belum dikaji. Fosil radiolaria akan dibincangkan dalam aspek biostratigrafi dan fosil ammonoid yang ditemui akan diperihalkan.



RAJAH 1. Peta Indeks A) Semenanjung Malaysia dengan negeri Kelantan B) Lokasi kajian di dalam Jajahan Gua Musang, barat daya negeri Kelantan ditandakan dengan petak berwarna merah C) Plot taburan singkapan batuan silika-rijang beradiolaria di Pos Blau, baratdaya Kelantan. Plot berlabel A-E adalah singkapan batuan silika-rijang beradiolaria yang dilaporkan sebelum ini. Nilai kemiringan lapisan di singkapan D dan E tidak dinyatakan

TETAPAN GEOLOGI

Semenanjung Malaysia terbentuk hasil daripada pertembungan Teren Sibumasu dan benua Indochina/Malaya Timur (Metcalf 2013a, 2013b, 2000, 1999a, 1999b). Akibat pertembungan ini, lautan Palaeo-Tethys yang wujud di antara kedua-dua benua tersebut telah musnah. Baki atau tinggalan sedimen kerak lautan Palaeo-Tethys kini diwakili oleh Zon Sutura Bentong-Raub (ZSBR).

Sutura Bentong-Raub berorientasi utara-selatan ini mempunyai unjuran ke utara iaitu Sutura Chanthaburi dan Sutura Chiang Mai-Chiang Rai di Thailand dan Sutura Changning-Menglian di Yunan, Selatan China (Metcalf 2017, 2000). Tjia (1989) melanjutkan unjuran ke selatan hingga ke Bengkulu, Sumatra dan menamakan sebagai Sutura Bentong-Bengkalis. Kesemua sutura ditafsirkan sebagai baki lautan Palaeo-Tethys yang utama di Asia Tenggara.

Garis Ofiolit Bentong-Raub telah dicadangkan oleh Hutchison (1973) sebagai sempadan tektonik utama yang memisahkan Jalur Barat dan Jalur Tengah Semenanjung Malaysia. Zon ini dianggarkan mempunyai kelebaran kira-kira 13 hingga 18 km (Tjia 1987) dan mencapai 20 km (Metcalf 2000). Bahagian barat Zon Sutura Bentong-Raub dibatasi oleh Granit Banjaran Utama manakala bahagian timur disempadani oleh lapisan rijang (Tjia & Sheikh 1996).

Batuan yang terdapat dalam ZSBR terdiri daripada batuan kompleks akresi seperti mélange, batuan sedimen lautan seperti perlapisan rijang, syis, dan serpentinit (Metcalf et al. 1999b). Menurut Spiller dan Metcalf (1995a, 1995b) dan Spiller (2002), mélange di dalam zon ini terdiri daripada blok olistostrom asalan sedimen lautan seperti rijang, argilit bertuf dan bersilika, batu kapur, klasta konglomerat dan blok batu pasir turbidit yang ditafsirkan sebagai ofiolit (Hutchison 1975). Usia batuan di dalam ZSBR berjulat Devon hingga Trias Tengah (Metcalf 2000).

Salah satu lokasi yang mewakili jujukan batuan ZSBR boleh ditemui di baratdaya negeri Kelantan. Cerun di sepanjang jalan raya Gua Musang sehingga ke Tanah Tinggi Cameron dilaporkan terdiri daripada jujukan pelbagai jenis batuan unit tektonik yang lengkap seperti syis dan filit, olistostrom yang berselang dengan batu lumpur masif dan lapisan rijang (Tjia & Sheikh 1996). Cerapan ke atas geologi struktur mencirikan tetapan geologi bagi prisma akresi di atas zon subduksi. Walau bagaimanapun, sempadan di antara batuan ZSBR dengan batuan Kumpulan Gua Musang yang berhampiran masih belum jelas.

Batuan bersilika-rijang adalah batuan yang sering berasosiasi dengan batuan kerak lautan. Kajian ke

atas batuan rijang dijalankan secara ekstensif bagi mendapatkan maklumat usia dan masa pembentukan lautan-lautan Tethys kuno. Penentuan usia batuan berdasarkan biostratigrafi radiolaria telah diguna pakai untuk tujuan analisis teren di kebanyakan negara di Asia dan Asia Tenggara (Saesaengseerung et al. 2009; Thassanapak et al. 2017; Udchachon et al. 2018; Zong et al. 2016). Singkapan lapisan batuan bersilika-rijang banyak terdapat di bahagian timur jalan raya ini iaitu di sekitar Pos Blau.

Berdasarkan rekod kajian terdahulu, terdapat lima lokaliti kajian yang melaporkan penemuan fosil radiolaria berusia Perm di sekitar kawasan Pos Blau. Kesemua lokaliti tersebut ditandakan seperti dalam Rajah 1(C). Lokaliti A, singkapan PB-1 oleh Muhammad Ashahadi et al. (2018), Lokaliti B, singkapan PB-2 oleh Muhammad Ashahadi et al. (2017, 2016), Lokaliti C, oleh Muhammad Ashahadi et al. (2012), dan Lokaliti D, oleh Basir et al. (2013). Basir (1994) dan Basir dan Che Aziz (1997) dalam laporan mereka telah menyatakan penemuan radiolaria berusia Perm di Pos Blau, namun begitu tiada bacaan kedudukan dinyatakan. Oleh itu, kedudukan Lokaliti E yang ditanda adalah berdasarkan peta yang disediakan dalam laporan Basir dan Che Aziz (1997). Selain itu, kedudukan tepat bagi penemuan radiolaria juga tidak dinyatakan dalam Spiller (2002, 1996) dan Spiller dan Metcalf (1995b), maka kedudukan penemuan tersebut tidak dapat diplotkan dalam Rajah 1(C).

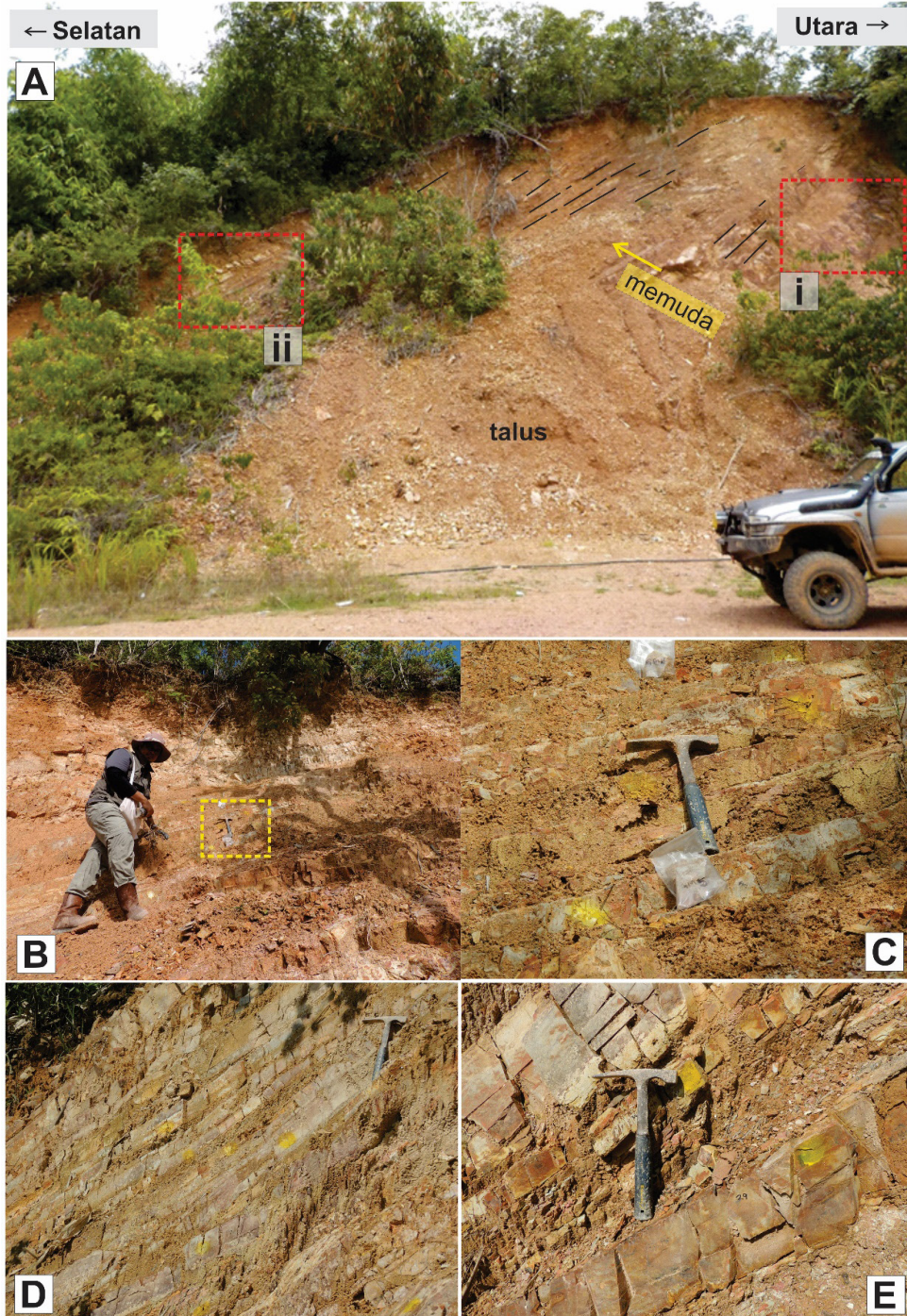
Basir (1994) dan Basir dan Che Aziz (1997) pernah melaporkan penemuan fosil ammonoid di kawasan Pos Blau. Ammonoid ini ditemui di dalam lapisan batu lumpur yang berselang lapis dengan rijang. Selain itu, Mohd Shafeea (1995) juga merekodkan penemuan ammonoid di sebuah singkapan cerun potongan jalan raya yang terletak kira-kira 200 m di baratdaya jambatan lama Sungai Berok, Pos Blau. Fosil tersebut terawet dengan baik di dalam lapisan nipis syal bertuf yang berselang lapis dengan rijang dan batu lumpur bersilika. Himpunan fauna ini menunjukkan usia Perm Tengah. Sehingga ke hari ini, masih belum ada fosil lain berasosiasi dengan batuan rijang ditemui di sekitar kawasan ini.

LOKALITI PERSAMPELAN

Singkapan (PB-5) dalam kajian ini terletak kira-kira 1 km ke arah baratdaya dari kawasan penempatan Pos Blau (Koordinat: 4°45'07.7"N, 101°45'05.9"E). Singkapan ini adalah cerun potongan bukit yang terletak di dalam kawasan Ladang Harmoni. Singkapan ini hanya boleh dicapai menggunakan kenderaan pacuan 4 roda, memandangkan laluan masuk untuk ke singkapan ini tidak berturap dan hanya laluan bertanah untuk kenderaan

pekebun. Batuan yang tersingkap terluluh hawa (Rajah 2(A)). Hasil pemetaan mendapati batuan di singkapan ini terdiri daripada selang lapis rijang dengan syal nipis di bahagian bawah dan di bahagian atas jujukan pula terdiri daripada rijang berselang lapis dengan batu lumpur bertuf sama tebal (Rajah 2(B), 2(C)).

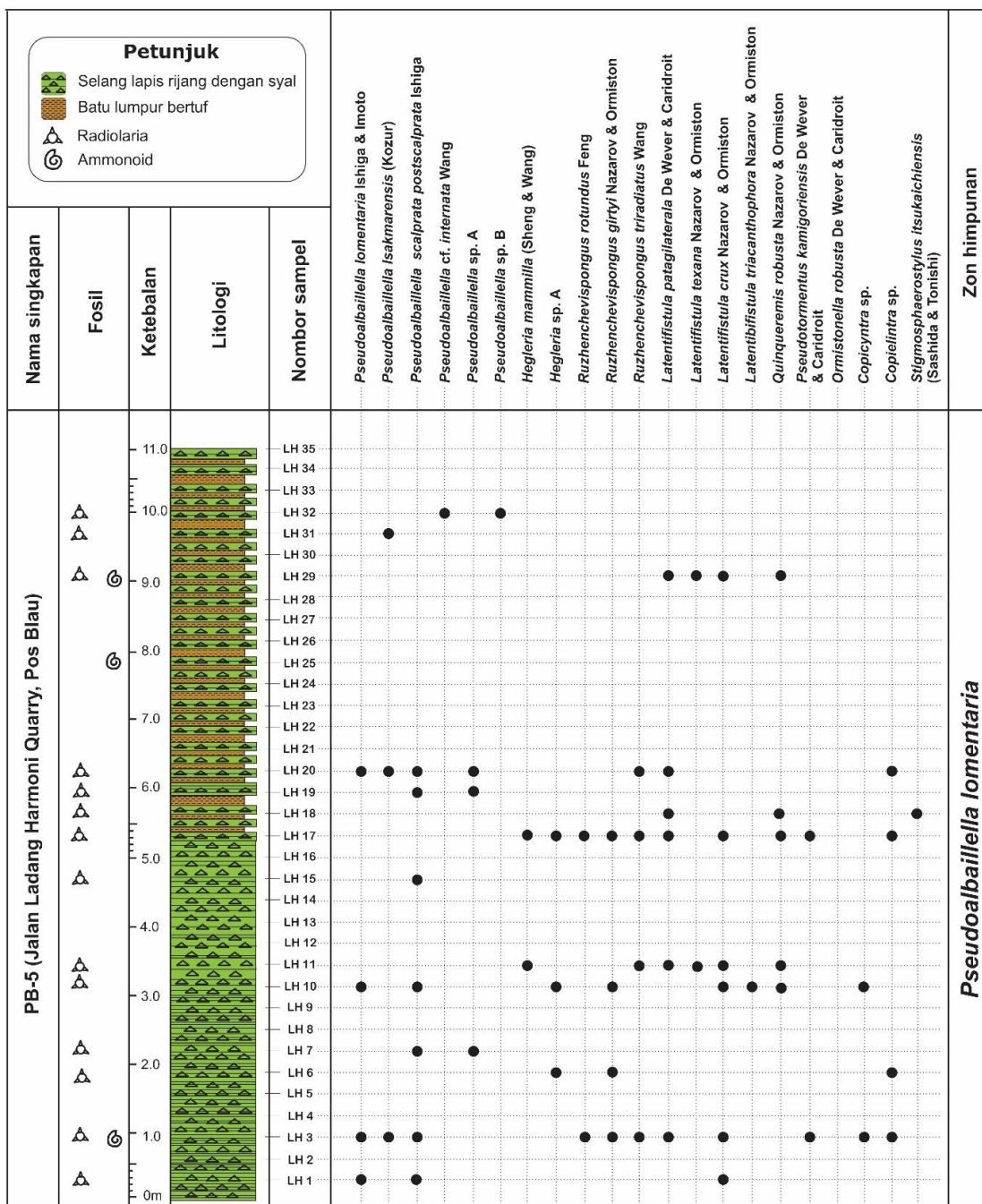
Ketebalan keseluruhan jujukan batuan yang dipetakan adalah sekitar 12 m. Rijang dicirikan oleh warna perang kemerahan dan kelabu cerah. Ketebalan individu lapisan rijang berjulat dari 2 hingga 10 cm. Syal adalah sangat nipis kurang daripada 1 cm. Batu lumpur bertuf berwarna perang dan lebih mudah terhakis dan



RAJAH 2. A) Fotograf lapangan bagi Singkapan PB-5. B) Imej pembesaran daripada (Ai), Selang lapis rijang dengan syal di bahagian bawah jujukan. C) Imej pembesaran daripada kotak kuning dalam B. D) Imej pembesaran daripada (Aii), Jujukan batuan di bahagian atas singkapan menunjukkan selang lapis rijang dengan batu lumpur bertuf sama tebal. E) Imej pembesaran bagi D

mencapai ketebalan sehingga 14 cm, sama tebal dengan ketebalan rijang di bahagian atas jujukan (Rajah 2(D), 2(E)). Sebanyak 35 sampel rijang diambil dari singkapan ini dan dilabel sebagai LH-1 hingga LH-35 dalam turutan memuda ke atas. Lapisan batuan didapati miring ke arah

timur-timurlaut dengan sudut kemiringan yang rendah. Nilai jurus dan kemiringan lapisan yang direkodkan ialah $U36^{\circ}T/40^{\circ}$. Turus log sedimen dan taburan fosil radiolaria di singkapan ini digambarkan dalam Rajah 3.



RAJAH 3. Turus log sedimen dan taburan fosil radiolaria bagi jujukan di Ladang Harmoni

BAHAN DAN KAEDAH

Sebanyak 35 sampel batuan telah diambil daripada singkapan (PB-5) ini dan himpunan fosil radiolaria berusia Perm Awal telah ditemukan. Bagi tujuan mengekstrak radiolaria, kami mempraktikkan prosedur mengekstrak standard yang telah diperkenalkan oleh Pessagno dan Newport (1972). Setiap sampel batu dipecahkan kepada saiz kecil dan direndamkan dalam larutan asid hidroflorik yang telah dicairkan di dalam bikar plastik secara berasingan. Baki rendaman kemudiannya diayak dan dikeringkan selepas dibilas menggunakan air paip. Hasil ayakan yang telah kering, diperiksa secara berhati-hati dan spesimen fosil radiolaria dikutip menggunakan berus yang sangat halus. Kerja-kerja ini dilakukan menggunakan mikroskop binokular. Spesimen yang mempunyai awetan yang baik diambil fotonya menggunakan Mikroskop Imbasan Elektron (SEM) untuk tujuan pengenalanpastian dan ilustrasi. Instrumen yang digunakan ialah FESEM, SUPRA 55VP (Zeiss) bertempat di Makmal i-CRIM, UKM. Foto fosil ammonoid pula diambil menggunakan Kamera Digital Nikon D3100.

Kesemua spesimen ditempatkan di dalam Makmal Paleontologi, Binaan Geologi, Jabatan Sains Bumi dan Alam Sekitar, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi dengan label awalan (PB5-LH-R) bagi fosil radiolaria dan (PB5-LH-A) bagi fosil ammonoid.

HASIL DAN PERBINCANGAN

KOMPOSISI FOSIL RADIOLARIA

Sebanyak 21 spesies radiolaria telah dikenal pasti dan mempunyai darjah awetan sederhana hingga baik. Kesemua spesies ini tergolong dalam 11 genera daripada 7 famili. Secara umumnya, radiolaria yang ditemui mempunyai kepelbagaian spesies tahap sederhana (21 spesies) dan kelimpahan keseluruhannya adalah pada tahap yang rendah. Pengelasan spesies radiolaria yang ditemui di singkapan ini adalah seperti di bawah dan merujuk kepada De Wever et al. (2001).

Famili Follicucullidae: *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga & Imoto, *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur), *Pseudoalbaillella scalprata postscalprata* Ishiga, *Pseudoalbaillella* cf. *internata* Wang, *Pseudoalbaillella* sp. A dan *Pseudoalbaillella* sp. B.; Famili Pseudolitheliidae: *Hegleria mammilia* (Sheng & Wang) dan *Hegleria* sp. A; Famili Latentifistulidae: *Latentifistula crux* Nazarov & Ormiston, *Latentifistula patagilaterala* De Wever & Caridroit dan *Latentifistula texana* Nazarov & Ormiston; Famili Ruzhenchevispongidae: *Ruzhenchevispongus*

rotundus Feng, *Ruzhenchevispongus girtyi* Nazarov & Ormiston dan *Ruzhenchevispongus triradiatus* Wang, *Latentifistula triacanthophora* Nazarov & Ormiston, *Pseudotormentus kamigoriensis* De Wever & Caridroit, Famili Ormistonellidae: *Ormistonella robusta* De Wever & Caridroit dan *Quinqueremis robusta* Nazarov & Ormiston; Famili Archaeospongoprunidae: *Copicyntra* sp. dan *Copielintra* sp.; Famili Entactiniidae: *Stigmosphaerostylus itsukaichiensis* (Sashida & Tonishi).

Sekitar 50% radiolaria yang ditemui daripada rijang di singkapan ini adalah daripada famili Latentifistulidae, Ruzhenchevispongidae dan Ormistonellidae. Fosil daripada famili ini mendominasi dari bahagian bawah, tengah hingga ke bahagian atas jujukan. Sampel LH 21 hingga LH 28 tidak mengandungi fosil. Begitu juga dengan sampel LH 12 hingga LH 14 di bahagian tengah jujukan, manakala di bahagian bawah, sampel LH 2, LH 4 hingga LH 5 juga tidak ditemui sebarang fosil radiolaria (Rajah 3).

Spesies yang terkandung dalam jujukan rijang ini adalah spesies lazim ditemui dalam himpunan radiolaria berusia Perm. Sebanyak 6 spesies radiolaria daripada order Albaillellaria dikenal pasti tergolong dalam famili Follicucullidae. Namun begitu, kuantiti spesies individunya adalah rendah. Spesies penunjuk usia daripada genus *Pseudoalbaillella* seperti *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga & Imoto dan *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur) hadir dari bahagian bawah hingga atas jujukan. Sebanyak 12 spesies daripada order Latentifistularia pula telah dikenal pasti dan spesies ini boleh dikatakan sebagai spesies lazim dan ditemui dalam setiap sampel yang berfosil.

Satu spesies tunggal iaitu *Pseudoalbaillella* cf. *internata* Wang ditemui dalam sampel LH-32 (Plat 1, Rajah 5). Spesimen ini boleh dibandingkan dengan *Pseudoalbaillella internata* Wang iaitu spesies yang diperkenalkan pertama kalinya oleh Wang et al. (2012) dari kawasan Qinfang, Guangxi, China (Spesimen dalam Plat 17; Rajah 15, 18 dan 19). Spesimen dalam kajian ini juga dibandingkan dengan spesimen dalam Rajah 7, No. 8 yang diilustrasikan oleh Ito dan Matsuoka (2015) dari kawasan Otakeyama, Wilayah Okayama, barat daya Jepun dan spesimen dalam Rajah 3, No. 11-14 oleh Ito et al. (2015).

Menurut Ito et al. (2016, 2015) *Pseudoalbaillella internata* Wang adalah spesies peralihan di antara *Pseudoalbaillella fusiformis* dan *Pseudoalbaillella monacanthus* (terdahulu dirujuk sebagai *Follicucullus monacanthus*). Spesies ini mempunyai perbezaan

ciri morfologi yang sangat ketara dan perbezaan taksonomi yang jelas, menjadikan ia spesies penting dalam perkembangan susur galur keturunan bagi genera *Pseudoalbaillella-Follicucullus* pada masa Perm Tengah (Zhang et al. 2018).

Beberapa spesies lain yang mempunyai usia stratigrafi lebih muda (Perm Tengah - Perm Akhir) turut ditemui dalam himpunan fosil radiolaria ini. Antaranya *Ruzhenchevispongia girtyi*, *Hegleria mammilla*, *Latentifistula texana*, *Pseudotormentus kamigoriensis* dan *Stigmosphaerostylus itsukaichiensis*. Percampuran spesies berlainan usia ini pernah dilaporkan oleh Saesaengseerung et al. (2009) daripada jujukan bersilika di dalam Zon Sutura Sra Kaeo, timur Thailand dan oleh Muhammad Ashahadi et al. (2012) yang ditemui dalam rijang di dalam singkapan PB-3 juga di Pos Blau dalam Zon Sutura Bentong-Raub. Kesemua imej SEM fosil ini diilustrasikan dalam Plat 1 dan Plat 2.

BIOSTRATIGRAFI RADIOLARIA DAN USIA

Berdasarkan fosil radiolaria yang dikenal pasti, spesies ini sesuai dimasukkan ke dalam Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria*. Zon himpunan ini dicirikan oleh kehadiran spesies penanda usia penting seperti *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga & Imoto, *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur) dan *Pseudoalbaillella scalprata postscalprata* Ishiga. Kesemua spesies ini mencadangkan usia Sakmarian Awal (Perm Awal).

Di Semenanjung Malaysia, zon himpunan yang sama pernah dilaporkan oleh beberapa orang pengkaji terdahulu. Merujuk kepada laporan tersebut, zon himpunan ini hanya ditemui dalam batuan bersilika-rijang yang tersingkap di Pos Blau iaitu di dalam Zon Sutura Bentong-Raub. Zon himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* pertama kali dilaporkan oleh Basir (1994) dan diperincikan dalam Basir dan Che Aziz (1997). Mereka menemui 22 spesies radiolaria dalam rijang yang berselang lapis dengan batu lumpur bersilika.

Muhammad Ashahadi et al. (2012) juga melaporkan penemuan zon yang sama berserta Zon Himpunan *Pseudoalbaillella scalprata m. rhombothoracata* di singkapan (PB-3) yang terdiri daripada selang lapis rijang dengan syal. Sebuah singkapan bungkah rijang yang berselang lapis dengan syal juga telah dikaji oleh Muhammad Ashahadi et al. (2018). Singkapan berlabel (PB-1) ini mempunyai kepelbagaian spesies yang tinggi. Sebanyak 40 spesies telah dilaporkan dan dihimpunkan dalam dua zon himpunan iaitu Zon Himpunan

Pseudoalbaillella lomentaria dan Zon Himpunan *Pseudoalbaillella scalprata m. rhombothoracata*. Selain itu, Zon *Pseudoalbaillella lomentaria* juga dilaporkan daripada singkapan CH13 oleh Spiller (2002). Fosil radiolaria tersebut diperoleh daripada rijang yang berselang lapis dengan batuan argilit bertuf.

Di dalam jalur barat Semenanjung Malaysia, batuan bersilika-rijang daripada unit rijang, Formasi Semanggol dilaporkan berusia Perm Awal hingga Trias Tengah (Basir & Zaiton 2007). Zon *Pseudoalbaillella lomentaria* tidak ditemui dalam unit ini, sebaliknya zon radiolaria yang paling tua dilaporkan dalam Formasi Semanggol adalah Zon *Pseudoalbaillella scalprata m. rhombothoracata* yang mewakili usia Sakmarian Akhir (Perm Awal).

Korelasi zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* di peringkat global sesuai dibandingkan dengan zon radiolaria berusia Perm Awal yang mantap iaitu Zon *Pseudoalbaillella lomentaria* - *Pseudoalbaillella sakmarensis* oleh Zhang et al. (2018); Zon himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* oleh Ishiga (1990) di Baratdaya Jepun; Zon *Pseudoalbaillella lomentaria* oleh Shimakawa dan Yao (2006) di kawasan Qinzhou, Selatan China; Zon *Parafollicucullus lomentaria-Parafollicucullus sakmarensis* oleh Tekin et al. (2019) di Mélange Mersin, Selatan Turki; Zon *Pseudoalbaillella lomentaria* oleh Sashida dan Salyapongse (2002) di Thailand; Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* oleh Udchachon et al. (2018) di kawasan Pailin, barat Kemboja dan Zon *Pseudoalbaillella lomentaria* oleh Maekawa et al. (2021) di Timor. Keadaan ini menunjukkan bahawa pada masa Sakmarian (Perm Awal), lautan yang wujud adalah saling berhubung antara satu sama lain.

Sehingga kini terdapat sebanyak enam biozon radiolaria dilaporkan di Pos Blau. Zon radiolaria tersebut dalam turutan memuda ialah Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria*; ZH *Ps. scalprata m. rhombothoracata*; ZH *Ps. longtanensis*; ZH *Ps. globosa*; ZH *Ps. fusiformis* dan ZH *Follicucullus monacanthus* (Muhammad Ashahadi et al. 2018). Penemuan dalam kajian ini menambah lagi rekod data usia jujukan batuan bersilika-rijang di Pos Blau iaitu Sakmarian Awal, berdasarkan Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* yang ditemui. Korelasi biostratigrafi biozon radiolaria di Pos Blau, dijelaskan dalam Rajah 4.

FOSIL AMMONOID DALAM BATU RIJANG

Kajian di lapangan juga telah membawa kepada penemuan fosil ammonoid. Fosil ini ditemui dalam batu

| Siri | Tahap | Zon Himpunan Radiolaria | Rekod hasil kajian radiolaria di Pos Blau (sempadan timur Zon Sutura Bentong-Raub) | | | | | |
|----------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| LOPINGIAN | CHANGHSINGIAN | <i>Neoalbaillella optima</i> | | | | | | |
| | WUCHIAPINGIAN | <i>Neoalbaillella 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 (1994) Basir & Che Aziz (1997) | Spiller (1996, 2002) Spiller & Metcalfe (1995b) | Muhammad Ashahadi et al. (2012) (PB-3) | Basir et al. (2013) | Muhammad Ashahadi et al. (2016, 2017) (PB-2) | Muhammad Ashahadi et al. (2018) (PB-1) |
| | ARTINSKIAN | <i>Albaillella sinuata</i> | | | | | | |
| | SAKMARIAN | <i>Pseudoalbaillella scalprata m. rhombothoracata</i> | | | | | | |
| | | <i>Pseudoalbaillella lomentaria</i> | | | | | | Kertas ini (PB-5) |
| | ASSELIAN | <i>Pseudoalbaillella u-forma m. II</i> | | | | | | |
| | | <i>Pseudoalbaillella u-forma m. I</i> | | | | | | |
| <i>Pseudoalbaillella bulbosa</i> | | | | | | | | |

RAJAH 4. Korelasi biostratigrafi radiolaria Pos Blau, Kelantan Selatan. Biozon dibina berdasarkan Basir dan Zaiton (2011) dan Spiller (2002)

rijang, kira-kira 1 cm daripada bahagian paling atas lapisan individu. Kesemuanya mempunyai darjah awetan yang sangat rendah dalam bentuk acuan dan serpihan, bersaiz kecil (diameter sekitar 1.8 cm). Spesimen ammonoid ini dicirikan mempunyai lirae membujur yang jelas dengan konc jenis involut. Umbilikus tidak jelas dan tiada garis sutura terawet. Garis sutura adalah cirian asas penting untuk penamaan pengelasan taksonomi. Pengenalpastian ke tahap spesies tidak dapat dijalankan, namun berdasarkan ciri yang ada, spesimen ini sesuai dinamakan sebagai *Agathiceras* sp. (Rajah 5).

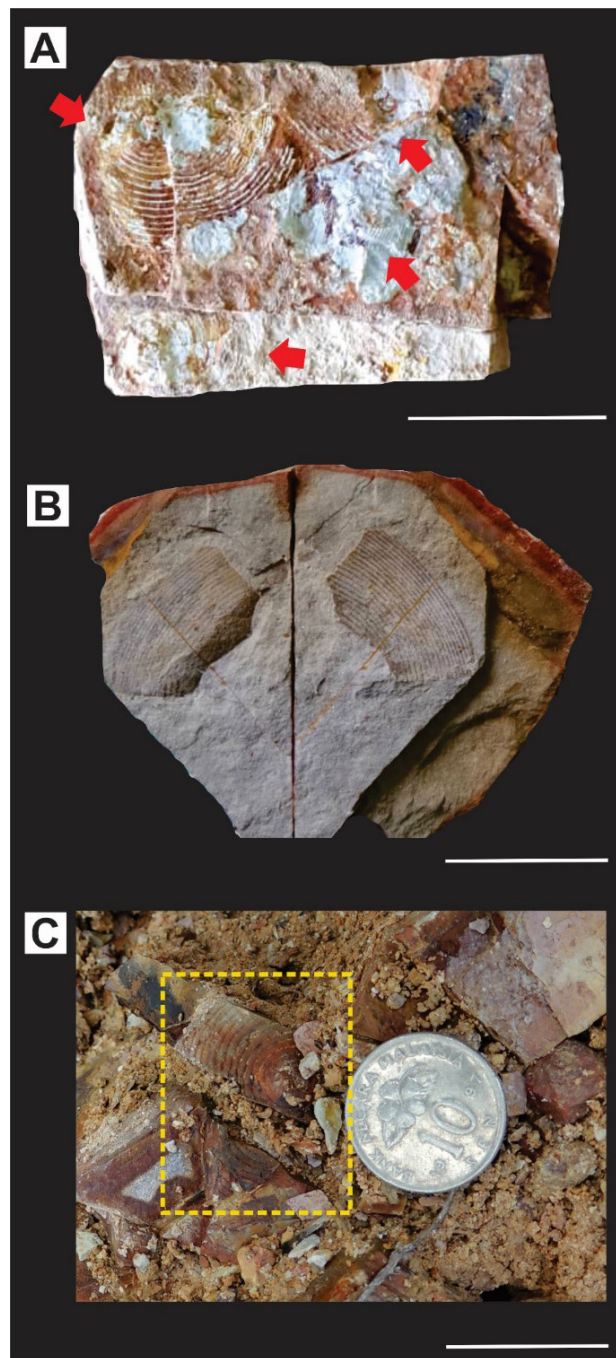
Agathiceras adalah genus ammonoid yang paling kerap ditemui di dalam batuan sedimen berusia Perm di Malaysia. Mohd Shafeea (1995) telah melaporkan penemuan beberapa spesies fosil ammonoid berusia Perm Tengah (Wordian) termasuk *Agathiceras* cf. *suessi* Gemmellaro, *Adrianites* cf. *elegans* Gemmellaro, *Popanoceras* sp., *Propinacoceras* sp. dan *Hoffmannia* cf. *hoffmanni* (Gemmellaro) di dalam batuan bersilika-rijang di Pos Blau, sekitar 200 m di barat daya jambatan Sungai Berok. Genus yang dominan di kawasan ini,

Agathiceras mempunyai julat usia yang panjang iaitu daripada Karbon Akhir (Moscovian) hingga Perm Tengah (Wordian), namun menurut Glenister et al. (1990) dan Zhou et al. (1999) genus ini menjadi dominan pada masa Perm Tengah (Roadian hingga Wordian). *Adrianites* dan *Hoffmannia* juga merupakan genera ammonoid Perm Tengah, namun yang lebih penting adalah kehadiran *Popanoceras* yang dimasukkan oleh Glenister dan Furnish (1988) ke dalam genus *Tauroceras* yang terbatas kepada usia Wordian.

Lee (1980) turut menemui fosil ammonoid berusia Perm Tengah (Wordian) termasuk *Adrianites elegans* Gemmellaro, *Agathiceras suessi* Gemmellaro, *Popanoceras* cf. *scrobiculatum* Gemellaro (*Tauroceras* cf. *scrobiculatum*) di Sungai Cheroh yang merupakan sebahagian daripada Zon Sutura Bentong - Raub. Selain itu, fosil ammonoid juga pernah dilaporkan oleh Basir (1994) dan Basir dan Che Aziz (1997) di kawasan sekitar Pos Blau dan oleh Mohd Shafeea (1995) di Sungai Peralong, di utara Kuala Betis.

Sementara itu, fosil ammonoid berusia Perm Tengah turut dilaporkan di timur Tasik Bera, Pahang (dalam batuan Jalur Tengah Semenanjung Malaysia) oleh Mohd Shafeea et al. (2000), Sone et al. (2001) dan Sone dan Mohd Shafeea (2000). Di Jalur Barat Semenanjung Malaysia fosil ammonoid berusia Perm Tengah juga turut ditemui oleh Jones et al. (1966) dan Suntharalingam (1968) di Kampar, Perak serta oleh Abdullah Sani (1985) di Sepang, Selangor.

Kesemua penemuan fosil ammonoid di Malaysia oleh semua pengkaji sebelum ini adalah daripada batuan berusia Perm Tengah. Oleh itu, penemuan serpihan fosil ammonoid *Agathiceras* dalam kajian ini adalah bukti penting kewujudan fosil ammonoid berusia Perm Awal (Sakmarian) yang lebih tua di Malaysia, malah lebih tua daripada penemuan fosil *Metalegoceras* berusia Sakmarian Akhir yang telah dilaporkan oleh Leonova et al. (1999) di Kuah, Langkawi.



RAJAH 5. Skala palang = 1.8 cm. A) Imej menunjukkan terdapat 4 acuan pusaran ammonoid utama (ditandakan dengan anak panah merah) dalam sampel tangan rijang LH-3. B). Sampel tangan menunjukkan acuan ammonoid dalam sampel rijang LH-25. C) Pandangan sisi acuan fosil ammonoid yang ditemui di atas permukaan rijang dalam sampel LH-29 di lapangan

Ammonoid, umumnya merupakan sefalopod lautan lepas yang boleh terawet dalam pelbagai sekitaran lautan, lazimnya lautan agak dalam. Pengangkutan oleh arus dasar tidak begitu penting kerana ammonoid termendap di lautan tenang oleh graviti apabila ruang kosong dalam cengkerang sudah diisi sedimen atau hablur. Namun begitu, pengangkutan di lautan tenang masih boleh berlaku akibat nendatan apabila adanya gegaran dan sebagainya. Oleh itu, dapat disimpulkan bahawa serpihan ammonoid yang ditemui di singkapan ini, telah terenap di dalam sekitaran laut dalam yang tenang, sesuai dengan pemendapan bahan bersilika yang membentuk batuan rijang.

ASOSIASI BATUAN BERSILIKA-RIJANG DENGAN SEDIMEN BERTUF

Batuan bersilika-rijang yang berasosiasi dengan sedimen bertuf telah dilaporkan di beberapa kawasan di dalam Zon Sutura Bentong-Raub (ZSBR), Jalur Tengah dan di dalam Jalur Barat. Kajian terdahulu di Pos Blau (ZSBR) oleh Spiller (2002, 1996); Spiller dan Metcalfe (1995b); Basir et al. (2013), Muhammad Ashahadi et al. (2017, 2016) serta hasil kajian ini, memperlihatkan beberapa singkapan batuan bersilika-rijang yang berasosiasi dengan sedimen bertuf. Jujukan batuan yang tersingkap ini mempunyai julat usia dari Perm Awal (Sakmarian dan Kungurian) dan Perm Tengah (Roadian hingga Wordian) yang ditentukan berdasarkan zon himpunan radiolaria (Rajah 4).

Di dalam Jalur Tengah pula, Basir et al. (1995) melaporkan penemuan radiolaria berusia Perm Tengah (berdasarkan Zon himpunan *Follicucullus monacanthus* - Wordian) di sebuah singkapan kecil bekas kuari yang terletak di Jengka, Pahang tengah. Mereka mendapati rijang yang mengandungi fosil radiolaria ini berselang lapis dengan batu lumpur bertuf yang terluluhawa. Sementara di Jalur Barat, batuan bersilika-rijang berasosiasi dengan sedimen bertuf terdapat di dalam Formasi Semanggol. Jujukan ini terdapat di Bukit Kukus, Kuala Ketil, Kedah (Basir et al. 2005) dan di Bukit Yoi, Pokok Sena, Kedah (Basir 2008).

Jujukan batuan di Bukit Kukus terdiri daripada 7 litofasies. Sebanyak 30 spesies radiolaria dikenal pasti dan dihimpunkan ke dalam 5 zon himpunan iaitu *Pseudoalbaillella scalprata* m. *rhombothoracata*, *Follicucullus monacanthus*, *Fo. porrectus*, *Neoalbaillella ornithoformis* dan *Neo. optima*. Berdasarkan zon himpunan ini, jujukan tersebut berusia Perm Awal (Sakmarian Akhir) hingga Perm Akhir (Changhsingian). Jujukan di Bukit Yoi pula terdiri daripada rijang berselang lapis dengan batu lumpur bersilika dan batu

lumpur bertuf. Sebanyak 3 zon himpunan radiolaria dilaporkan iaitu Zon Himpunan *Pseudoalbaillella scalprata* m. *rhombothoracata* (Perm Awal, Sakmarian Akhir) *Ps. longtanensis* (Perm Awal, Kungurian) dan *Ps. globosa* (Perm Tengah, Roadian).

Asosiasi batuan bersilika-rijang dengan sedimen bertuf ini menjadi penunjuk penting dalam menjelaskan keadaan tektonik di Semenanjung Malaysia terutamanya berkaitan dengan aktiviti vulkanik. Sumber bahan tuf yang termendap bersama-sama batuan bersilika-rijang yang berusia Perm telah diulas oleh Basir et al. (2013). Menurut mereka, bahan tuf ini dipercayai berpunca daripada aktiviti vulkanisme di Blok Malaya Timur/Indochina yang berkait dengan permulaan fasa penutupan lautan Palaeo-Tethys. Kerak lautan Palaeo-Tethys tersebut menyungkup ke bawah kerak benua Blok Malaya Timur/Indochina pada masa Perm Tengah. Sumber bahan tuf ini berkemungkinan berasal dari Pulau Sibul, Tenggara Johor, berdasarkan laporan penemuan lapisan batuan piroklastik berusia Perm Awal (296 ± 0.7 juta tahun) oleh Azman (2009, 2006).

KESIMPULAN

Jujukan batuan bersilika-rijang (PB-5) di Pos Blau ini terdiri daripada selang lapis rijang dengan syal nipis di bahagian bawah dan di bahagian atas pula terdiri daripada rijang yang selang lapis dengan batu lumpur bertuf sama tebal. Sebanyak 21 spesies radiolaria direkodkan yang tergolong dalam 11 genera dan 7 famili. Spesies radiolaria dalam kajian ini sesuai diletakkan dalam Zon Himpunan *Pseudoalbaillella lomentaria* yang menunjukkan usia Sakmarian Awal (Perm Awal). Fosil Ammonoid yang ditemui pula adalah *Agathiceras* sp. yang mempunyai julat usia panjang iaitu dari Karbon Atas (Moscovian) hingga Perm Tengah (Wordian).

Penemuan dalam kajian ini telah menambah rekod biozon radiolaria yang sama seperti yang pernah dilaporkan sebelum ini. Hal ini menjelaskan juga bahawa tiada perubahan unjuran usia yang baru bagi jujukan batuan bersilika-rijang di sekitar Pos Blau dan juga bagi jujukan batuan bersilika-rijang di dalam Zon Sutura Bentong-Raub. Jujukan bersilika-rijang yang berselang lapis dengan sedimen bertuf berusia Perm Awal, berkemungkinan mendapat punca daripada kegiatan vulkano yang berlaku di Pulau Sibul, Johor kira-kira 297 juta tahun yang lalu.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diberikan kepada En. Asri Omar dan En. Muhammad Kamal Kamarudin, pegawai geosains di Jabatan Mineral dan Geosains (JMG) atas

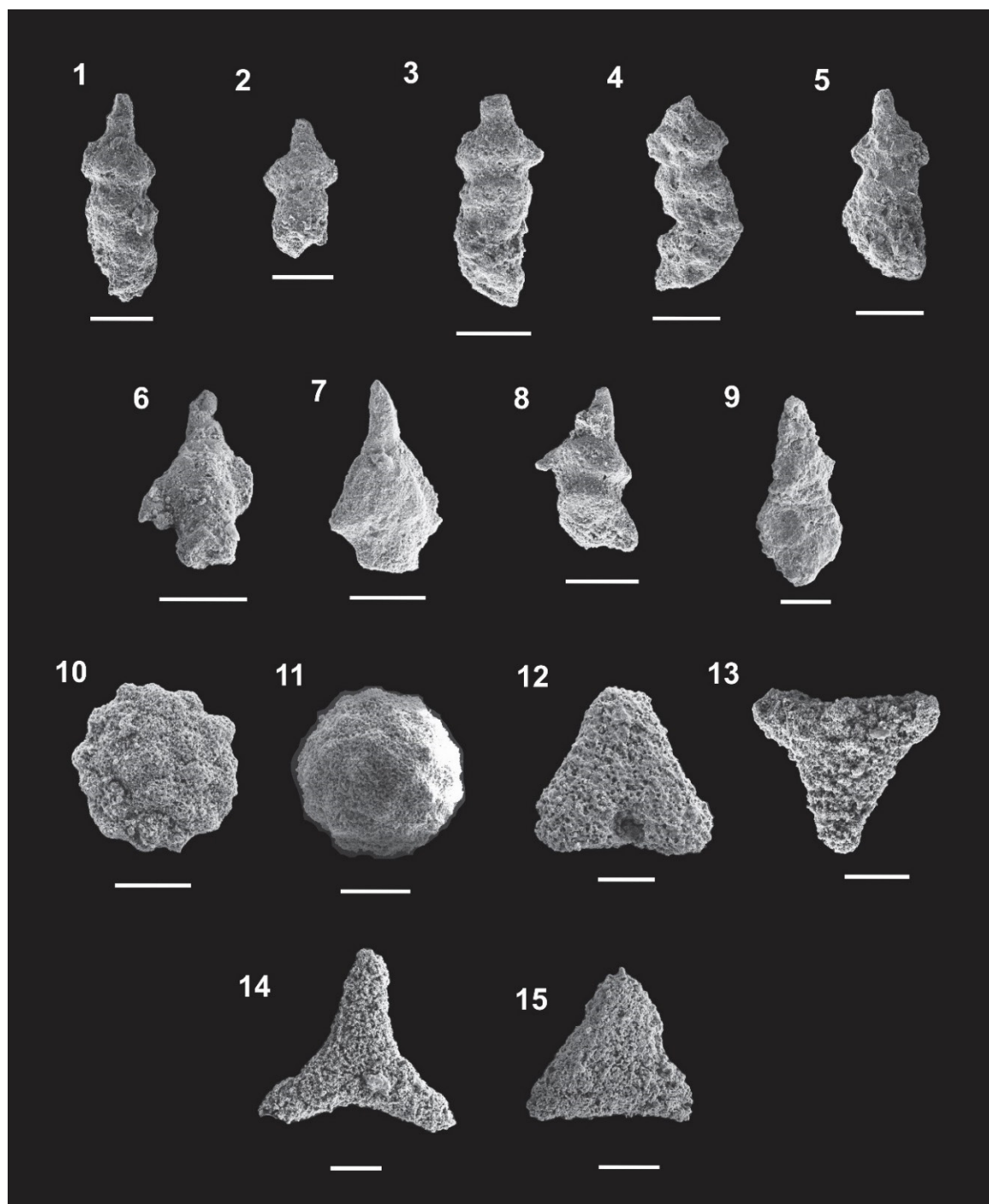
makluman lokasi kajian dan kemudahan logistik ke singkapan. Penyelidikan ini ditanggung biaya oleh geran penyelidikan FRGS/1/2020/WAB07/UKM/03/2. Penghargaan juga diucapkan kepada Kementerian Pengajian Tinggi (KPT), Malaysia atas tajaan pengajian Ijazah Doktor Falsafah yang dianugerahkan kepada penulis utama.

RUJUKAN

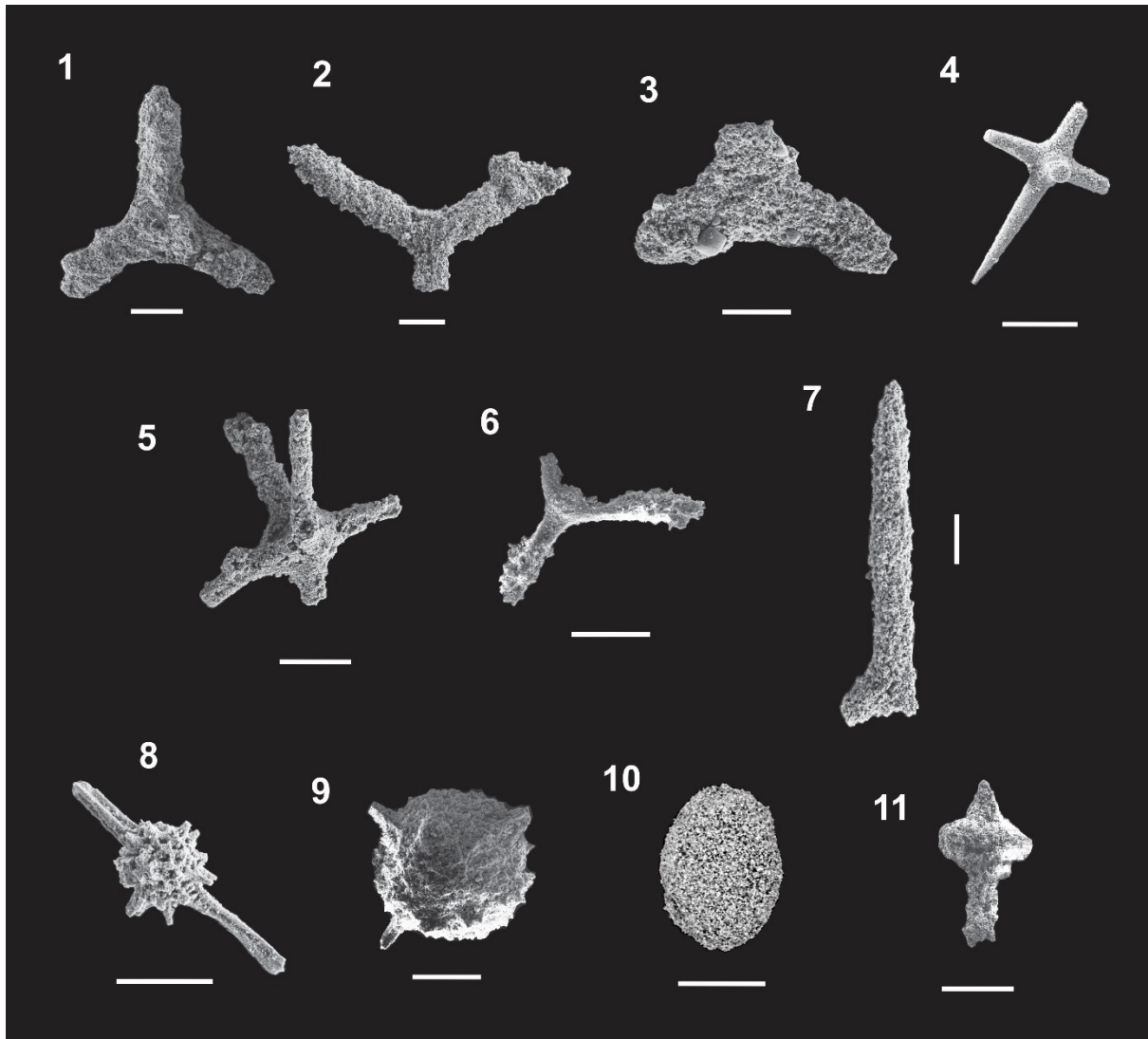
- Abdullah, S.H. 1985. Discovery of an ammonoid (*Agathiceras* sp.) and crinoid stems in the Kenny Hill Formation of Peninsular Malaysia, and its significance. *Warta Geologi* 11(5): 205-212.
- Azman, A.G. 2009. Volcanism. *Geology of Peninsular Malaysia*. Kuala Lumpur: University of Malaya and Geological Society of Malaysia. hlm. 197-210.
- Azman, A.G. 2006. Batuan vulkanik dari Pulau Tinggi dan Pulau Sibuloh. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 52: 63-66.
- Basir, J. 2008. Some Permian radiolarians from Bukit Yoi, Pokok Sena, Kedah. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 54: 53-58.
- Basir, J. 1994. Early Permian radiolaria from Ulu Kelantan, Malaysia. *Warta Geologi* 20(2): 96.
- Basir, J. & Che Aziz, A. 1997. Lower Permian radiolaria from the Pos Blau area, Ulu Kelantan Malaysia. *Journal of Asian Earth Sciences* 15(4/5): 327-339.
- Basir, J. & Zaiton, H. 2011. Radiolarian Biostratigraphy of Peninsular Malaysia- an update. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 57: 27-38.
- Basir, J. & Zaiton, H. 2007. Stratigrafi and sedimentology of the chert unit of the Semanggol Formation. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 53: 103-109.
- Basir, J., Atilia, B. & Zaiton, H. 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, J., Said, U. & Rosmah, A.R. 1995. Late Middle Permian radiolaria from Jengka area, central Pahang, Malaysia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences* 12(1/2): 79-83.
- Basir, J., Zaiton, H., Said, U. & Sulaiman, S. 2005. Permian radiolarian Biostratigraphy of the Semanggol Formation, south Kedah, Peninsular Malaysia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 51: 19-30.
- De Wever, P., Dumitrica, P., Caulet, J.P., Nigrini, C. & Caridroit, M. 2001. *Radiolarians in the Sedimentary record*. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers. hlm. 120-125.
- Glenister, B.F. & Furnish, W.M. 1988. Patterns and stratigraphic distribution of Popanocerataceae, Permian ammonoids. *Senckenbergiana Lethaea* 69(1/2): 43-71.
- Glenister, B.F., Furnish, W.M., Zhou, Z. & Polahan, M. 1990. Ammonoid cephalopods from the Lower Permian of Thailand. *Journal of Paleontology* 64(3): 479-480.
- Hutchison, C.S. 1975. Ophiolite in Southeast Asia. *Geological Society of America Bulletin* 86: 797-806.
- Hutchison, C.S. 1973. Tectonic evolution of Sundaland: A Phanerozoic synthesis. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 6: 61-86.
- Ishiga, H. 1990. Paleozoic Radiolarians. In *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*, edited by Ichikawa, K. Osaka: Publication of IGCP Project. hlm. 285-295.
- Ito, T. & Matsuoka, A. 2015. Imbricate structure of the Permian Yoshii Group in the Otakeyama area, Okayama Prefecture, southwest Japan. *Frontiers of Earth Science* 9(1): 152-163.
- Ito, T., Feng, Q.L. & Matsuoka, A. 2016. Possible boundaries between *Pseudoalbaillella* and *Follicucullus* (Follicucullidae, Albaillellaria, Radiolaria): An example of morphological information from fossils and its use in taxonomy. *Forma* 31: 7-10.
- Ito, T., Feng, Q.L. & Matsuoka, A. 2015. Taxonomic significance of short forms of middle Permian *Pseudoalbaillella* Holdsworth and Jones, 1980 (Follicucullidae, Radiolaria). *Revue de Micropaléontologie* 58: 3-12.
- Jones, C.R., Gobbett, D.J. & Kobayashi, T. 1966. Summary of fossil record in Malaya and Singapore 1900-1965. *Geology and Paleontology of Southeast Asia* 2: 309-359.
- Lee, C. 1980. Two new Permian ammonoid faunas from Malaysia. *Geology and Paleontology of Southeast Asia* 21: 63-72.
- Leonova, T., Mohd Shafeea Leman & Shi, G.R. 1999. Discovery of an Early Permian (Late Sakmarian) ammonoid from Langkawi Island, Malaysia. *Alcheringa* 23: 277-281.
- Maekawa, T., Kiyokawa, S., Maeda, H., Tanaka, G., Costa, E.F.J. & Freitas, T.A. 2021. First report of early Permian albaillellarian radiolarians from East Timor. *Paleontological Research* 25(1): 32-40.
- Metcalfe, I. 2017. Tectonic evolution of Sundaland. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 63: 27-60.
- Metcalfe, I. 2013a. Gondwana dispersion and Asian accretion: Tectonic and palaeogeographic evolution of eastern Tethys. *Journal of Asian Earth Sciences* 66: 1-33.
- Metcalfe, I. 2013b. Tectonic evolution of the Malay Peninsula. *Journal of Asian Earth Sciences* 76: 195-213.
- Metcalfe, I. 2000. The Bentong-Raub Suture Zone. *Journal of Asian Earth Sciences* 18: 691-712.
- Metcalfe, I. 1999a. *Gondwana Dispersion and Asian Accretion: An overview*. Rotterdam, Netherlands: Balkema Publishers. pp. 9-28.
- Metcalfe, I. 1999b. The Palaeo-Tethys in East Asia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 43: 131-143.
- Mohd Shafeea Leman, Kamal Roslan Mohamed & Sone, M. 2000. On the new Permian Bera Formation from the Bera District, Pahang, Malaysia. *Proceedings of the Annual Geological Conference 2000*. Geological Society of Malaysia. pp. 151-158.
- Mohd Shafeea, L. 1995. Permian ammonoids from Kuala Betis area, Kelantan and their paleogeographic significance. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 38: 153-158.

- Muhammad Ashahadi, D., Basir, J., Mohd Shafeea, L. & Norasiah, S. 2018. Fosil radiolaria daripada batuan bersilika-rijang di Pos Blau (Singkapan PB-1), Barat daya Kelantan, Semenanjung Malaysia. *Sains Malaysiana* 47(10): 2259-2268.
- Muhammad Ashahadi, D., Mohd Shafeea, L. & Chung, K.W. 2017. Penemuan Zon Himpunan *Pseudoalbaillella globosa* (radiolaria) di Pos Blau, barat daya Kelantan, Semenanjung Malaysia dan implikasinya terhadap biostratigrafi radiolaria. *Sains Malaysiana* 46(12): 2349-2357.
- Muhammad Ashahadi, D., Basir, J. & Mohd Shafeea, L. 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, D. Basir, J. & Mohd Shafeea, L. 2012. Radiolaria berusia Perm Awal (Sakmariann) dari singkapan baru di Pos Blau, Ulu Kelantan dan kepentingannya. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 58: 67-73.
- Pessagno, E.A.J. & Newport, R.L. 1972. A technique for extracting radiolaria from radiolarian cherts. *Micropaleontology* 18(2): 231-234.
- Saesaengseerung, D., Agematsu, S., Sashida, K. & Sardud, A. 2009. Discovery of Lower Permian radiolarian and conodont faunas from the bedded chert of the Chanthaburi area along the Sra Kao suture zone, eastern Thailand. *Paleontological Research* 13(2): 119-138.
- Sashida, K. & Salyapongse, S. 2002. Permian radiolarian fauna from Thailand and their paleogeographic significance. *Journal of Asian Earth Sciences* 20: 691-701.
- Shimakawa, M. & Yao, A. 2006. Lower-Middle Permian radiolarian biostratigraphy in the Qinzhou area, South China. *Journal of Geosciences, Osaka City University* 49(3): 31-47.
- Sone, M. & Mohd Shafeea, L. 2000. Some mid-Permian fossils from Felda Mayam, central Peninsular Malaysia. *Proceedings of the Annual Geological Conference 2000 Geological Society of Malaysia*. hlm. 143-149.
- Sone, M., Mohd Shafeea, L. & Ehiro, M. 2001. Middle Permian cephalopods from central Peninsular Malaysia: Its implications for faunal migration through the southern Tethys. *Journal of Asian Earth Sciences* 19: 805-814.
- Spiller, F.C.P. 2002. Radiolarian biostratigraphy of Peninsular Malaysia and implications for regional palaeotectonics and palaeogeography. *Palaeontographica, Abteilung A*. 266: 1-91.
- Spiller, F.C.P. 1996. Late Paleozoic radiolarians from the Bentong-Raub suture zone, Peninsular Malaysia. *Island Arc* 5: 91-103.
- Spiller, F.C.P. & Metcalfe, I. 1995a. Late Palaeozoic radiolarians from the Bentong-Raub suture zones and the Semanggol Formation of Peninsular Malaysia- initial results. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences* 11(3): 217-224.
- Spiller, F.C.P. & Metcalfe, I. 1995b. 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.
- Sunthralingam, T. 1968. Upper Palaeozoic stratigraphy of the area west of Kampar, Perak. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia* 1: 1-15.
- Tekin, U.K., Okuyucu, C., Sayit, K., Bedi, Y., Noble, P.J., Krystyn, L. & Göncüoğlu, M.C. 2019. Integrated radiolaria, bentic foraminifera and conodont biochronology of the pelagic Permian blocks/tectonic slices and geochemistry of associated volcanic rocks from the Mersin Mélanges, southern Turkey: Implication for the Permian evolution of the northern Neotethys. *Island Arc* 28: e12286.
- Thassanappak, H., Udchachon, M., Feng, Q. & Burrett, C. 2017. Middle triassic radiolarians from cherts/siliceous shales in an extensional basin in the Sukhothai Fold Belt, northern Thailand. *Journal of Earth Science* 28(1): 9-28.
- Tjia, H.D. 1989. Tectonic history of the Bentong-Bengkalis suture. *Geologi Indonesia* 12(1): 89-111.
- Tjia, H.D. 1987. Olistostrome in the Bentong area, Pahang. *Warta Geologi* 13: 105-111.
- 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.
- Udchachon, M., Thassanapak, H. & Burrett, C. 2018. Early Permian radiolarians from the extension of the Sa Kao Suture in Cambodia-tectonic implications. *Geological Magazine* 155(7): 1449-1464.
- Wang, Y.J., Luo, H. & Yang, Q. 2012. *Late Paleozoic Radiolarians in the Qinfang Area, Southeast Guangxi*. Anhui: University of Science and Technology of China Press. hlm. 60-65.
- Zhang, L., Feng, Q.L. & He, W.H. 2018. *Permian Radiolarian Biostratigraphy*. London: Geological Society of London Special Publication. hlm. 143-163.
- Zhou, Z., Glenister, B.F., Furnish, W.M. & Spinosa, C. 1999. *Multi-Episodal Extinction and Ecological Differentiation of Permian Ammonoids*. Moscow: Russian Academy of Sciences, Palaeontological Institute. hlm. 195-212.
- Zong, R., Wang, Z., Jiang, T. & Gong, Y. 2016. Late Devonian radiolarian bear siliceous rocks from the Karamay ophiolitic melange in western Junggar: Implication for the evolution of the Paleo-Asian Ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 448: 266-278.

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



PLAT 1. 1. *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga & Imoto (Sampel LH 20), 2. *Pseudoalbaillella lomentaria* Ishiga & Imoto (Sampel LH 20), 3. *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur) (Sampel LH 20), 4. *Pseudoalbaillella sakmarensis* (Kozur) (Sampel LH 20), 5. *Pseudoalbaillella* cf. *internata* Wang (Sampel LH 32), 6. *Pseudoalbaillella scalprata postscalprata* (Sampel LH 1), 7. *Pseudoalbaillella scalprata postscalprata* (Sampel LH 15), 8. *Pseudoalbaillella* sp. A (Sampel LH 20), 9. *Pseudoalbaillella* sp. B (Sampel LH 32), 10. *Hegleria mammilla* (Sheng & Wang) (Sampel LH 17), 11. *Hegleria* sp. A (Sampel LH 17), 12. *Ruzhenchevispongus rotundus* Feng (Sampel LH 3), 13. *Ruzhenchevispongus triradiatus* Wang (Sampel LH 3), 14. *Ruzhenchevispongus girtyi* Nazarov & Ormiston (Sampel LH 3), 15. *Ruzhenchevispongus girtyi* Nazarov & Ormiston (Sampel LH 3). Skala palang = 100 μ m



PLAT 2. 1. *Latentifistula patagilaterala* De Wever & Caridroit (Sampel LH 3), 2. *Latentifistula texana* Nazarov & Ormiston (Sampel LH 11), 3. *Latentifistula crux* Nazarov & Ormiston (Sampel LH 11), 4. *Quinqueremis robusta* Nazarov & Ormiston (Sampel LH 18), 5. *Quinqueremis robusta* Nazarov & Ormiston (Sampel LH 11), 6. *Pseudotormentus kamigoriensis* De Wever & Caridroit (Sampel LH 17), 7. *Latentifistula triacanthophora* Nazarov & Ormiston (Sampel LH 10), 8. *Stigmosphaerostylus itsukaichiensis* (Sashida & Tonishi) (Sampel LH 18), 9. *Copicyntra* sp. (Sampel LH 3), 10. *Copielintra* sp. (Sampel LH 3), 11. *Ormistonella robusta* De Wever & Caridroit (Sampel LH 11). Skala palang = 100 μ m