RADIOLARIA KAPUR DALAM KOMPLEKS OFIOLIT TELUK DARVEL DI SUNGAI SIPIT LAHUNDAI, KUNAK, SABAH

Junaidi Asis & Basir Jasin

Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam,
Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK. Kompeks Ofiolit Teluk Darvel merupakan unit batuan yang terdiri daripada sekutuan batuan volkano mafik dan ultramafik yang ditindih oleh lapisan rijang. Lapisan rijangnya mempunyai kelimpahan radiolaria dikenali sebagai radiolarit yang ditemui di Sungai Sipit Lahundai, 22 kilometer daripada Pekan Kunak, Sabah. Sepuluh sampel telah dipungut dan diproses mengikut kaedah mikroplaeontologi. Spesimen pilihan yang baik pengawetannya diambil gambar foto dengan menggunakan mikroskop pengimbas elektron. Sebanyak 36 spesies radiolaria telah dikenalpasti dan hanya 25 spesies pilihan sahaja digunakan untuk menentukan usia rijang dan dikelaskan kepada tiga himpunan (I-III). Himpunan I ditandakan dengan kehadiran *Stichomitra simplex* yang menunjukka usia Aptian hingga Albian. Spesies lain dalam himpunan ini ialah *Crucella bossoensis*, *Hiscocapsa asseni*, *Obeliscoites vinassai*, *Stichomitra communis*, *Xitus spicularius*, *Tiactoma cellulosa*, dan *Dactyliosphaera maxima*. Himpunan II terdiri daripada spesies *Dictyomitra gracilis*, *Xitus mclaughlini*, *Torculum coronatum*, *Pessagnobrachia fabianii*, *Sciadiocapsa speciosa*, *Crucella cahensis*, *Tuguriella pagoda*, *Dictyomitra farmosa*, *Acaeniotyle rebellis*, *Pseudoaulophacus putahensis* dan *Pseudodicytomitra tiara*. Himpunan ini diwakili oleh kehadiran penanda zon *Xitus mclaughlini* yang berusia Albian hingga Cenomanian. Himpunan III pula terdiri daripada *Stichomitra stocki*, *Pseudotheocampe tina*, *Ultranapora cretacea*, *Alievium superbum*, dan *Dictyomitra multicostata*. Himpunan ini dicirikan oleh kewujudan penanda zon *Crucella cahensis* yang menunjukkan usia Turonian. Himpunan ini membuktikan bahawa usia rijang tersebut adalah Aptian hingga Turonian. Sekutuan batuan daripada Kompleks ini dikelaskan sebagai sekutuan ofiolit iaitu jujukan ofiolit yang membentuk kerak lautan.

KATA KUNCI: Radiolaria; Kapur; Kompleks Ofiolit Teluk Darvel; Sungai Sipit Lahundai

ABSTRACT. *Darvel Bay Ophiolite Complex is a rock unit consisting of mafic and ultramafic association and overlain by bedded chert. The bedded chert has abundant of radiolarian known as radiolarite exposed at Sipit Lahundai River, 22 kilometers from Kunak Town, Sabah. Ten samples were collected and process according to micropaleontological technique. Well-preserved selected specimens' were photographed by scanning electron microscope. A total of 35 species have been identified and only 24 selected species are use to determined the chert age and grouped into three assemblages (I-III). Assemblage I marked by the occurrence of Stichomitra simplex suggested an Aptian to Albian age. Others species in this assemblage are Crucella bossoensis, Hiscocapsa asseni, Obeliscoites vinassai, Stichomitra communis, Xitus spicularius, Tiactoma cellulosa, and Dactyliosphaera maxima. Assemblage II consists of Dictyomitra gracilis, Xitus mclaughlini, Torculum coronatum, Pessagnobrachia fabianii, Sciadiocapsa speciosa, Crucella cahensis, Tuguriella pagoda, Dictyomitra farmosa, Acaeniotyle*

rebellis, Pseudoaulophacus putahensis and Pseudodicytomitra tiara. This assemblage represent by the appearance of the zonal marker Xitus mclaughlini and which is Albian to Cenomanian in Age. Assemblage III is composed of Stichomitra stocki, Pseudotheocampe tina, Ultranapora cretacea, Alievium superbum, dan Dictyomitra multicostata. This assemblage characterized by the present of Crucella cahensis indicative of Turonian age. The assemblages prove that the age of chert is Aptian to Turonian in age. The chert association from the Darvel Bay Ophiolite Complex is classified as ophiolilte association which developed on oceanic crust.

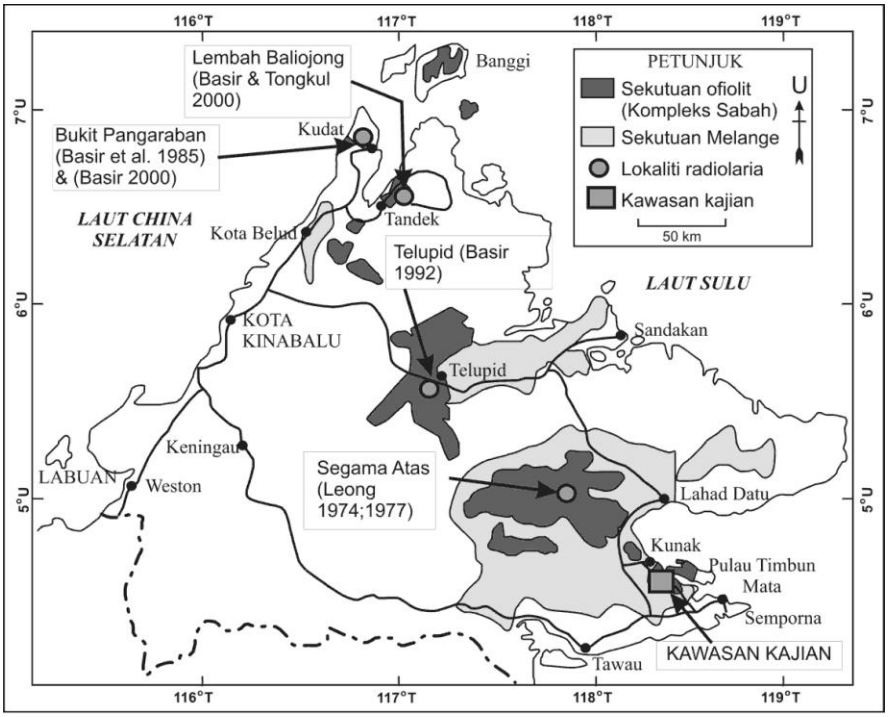
KEYWORDS*: Radiolaria; Cretaceous; Darvel Bay Ophiolite Complex; Sipit Lahundai River*

PENDAHULUAN

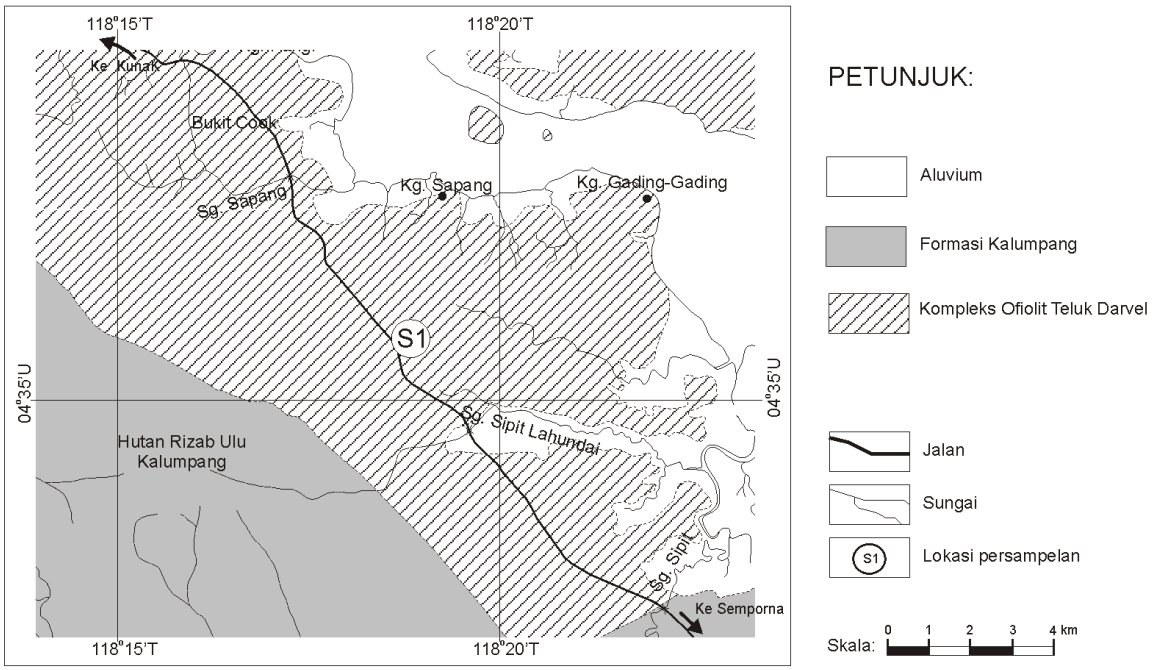
Taburan rijang di Sabah sering berasosiasi dengan batuan lain yang terdiri daripada batuan volcano diabes, basalt, lava bantal dan spilit yang dikenali sebagai Kompleks Sabah (Basir 1991). Pada awalnya ianya dikenali sebagai Formasi Chert-Spilit (Wilson 1963). Namun penggunaan penamaan formasi ini tidak sesuai digunakan kerana terdiri campuran lebih dua kelas batuan, iaitu batuan igneus, batuan metamorf dan batuan endapan. Kompleks Sabah ini tersingkap di kawasan Pulau Banggi, Kudat, Tandek, Telupid, Lembah Segama dan Pulau Timbun Mata.

Penyelidikan radiolaria terawal di Sabah di lakukan oleh G.R. Elliot dengan kaedah irisan nipis terhadap 61 sampel yang diambil dari kawasan Utara Segama atau sekitar Lembah Danum dan Jalan Tingkayu lalu mendapati usia rijang tersebut adalah Kapur Akhir (Leong 1974). W. R. Riedel dan A. Sanfilippo (dalam Leong 1977) pula merupakan pengkaji pertama yang mengkaji radiolaria secara keseluruhan individu spesimen menggunakan kaedah rendaman asid hidroflorik (HF). Leong (1977) telah melaporkan sembilan spesies dan usianya pula adalah Kapur Awal (*Valanginian* to *Barremian*). Selain itu terdapat juga kajian radiolaria Kompleks Sabah di kawasan lain iaitu di sekitar Bukit Pangaraban, Kudat, Sabah (Basir et al. 1985, Basir & Sanudin 1988), kawasan Tandek (Basir & Sanatulsalwa 1992; Basir & Tongkul 2000) dan kawasan Telupid (Basir 1992) (Rajah 1). Kesemuanya hasil kajian terdahulu menunjukkan usia yang sama iaitu sekitar usia akhir Kapur Awal hingga awal Kapur Akhir.

Penyelidikan ini bertujuan untuk mengkaji taksonomi radiolaria yang hadir dalam batuan rijang dan menentukan usia serta sekitaran pengendapan bagi rijang berradiolaria. Ini kerana tiada kajian khusus yang pernah dilakukan di kawasan kajian. Kawasan kajian terletak di tenggara Sabah iaitu 22 kilolmeter daripada Pekan Kunak, berdekatan dengan Sungai Sipit Lahundai (Rajah 2).



Rajah 1 Taburan batuan rijang Kompleks Sabah dan lokasi penyelidikan pengkaji terdahulu. (Diubahsuai daripada Basir 2003).

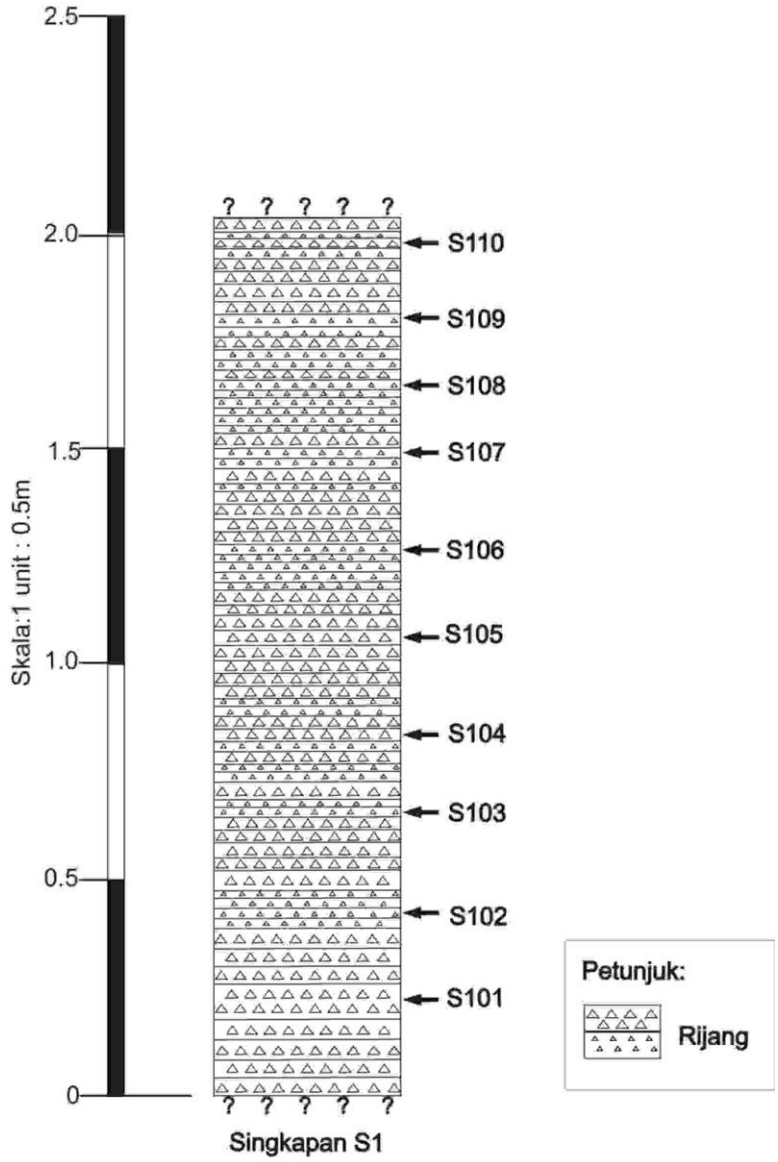


Rajah 2 Lokasi dan peta geologi kawasan penyelidikan. Diubahsuai daripada Kirk (1962).

GEOLOGI AM

Kompleks Teluk Darvel merupakan sekutuan batuan yang tertua dan tergolong dalam Kompleks Sabah. Basir (1992) menyatakan bahawa Kompleks Sabah ini terdiri daripada selang lapis nipis rijang dengan syal bersilika dan batuan igneus mafik-ultramafik seperti basalt, spilit, lava bantal, serpentinit, peridotit terserpentin, dan peridotit. Sekutuan batuan ini dipercayai sebahagian daripada sekutuan ofiolit yang terpisah. Namun begitu Penamaan Kompleks Ofiolit Teluk Darvel ini bukanlah penamaan baru sebaliknya pernah dicadangkan oleh Shariff (1992) sebelum ini. Kompleks ini tersingkap di kawasan kajian iaitu di Jalan Kunak-Semporna, Pulau Keramat, dan Pulau Timbun Mata. Bukti lapangan menunjukkan batuan rijang berlapis nipis ini mempunyai kelimpahan rangka radiolarian daripada pelbagai saiz dan telah mengalami penyesaran dan perlipatan. Ianya berwarna merah hingga keperangan. Rijang ini terhasil daripada silika biogen yang mengandungi kelimpahan radiolaria (radiolarit) yang berselang lapis nipis dengan syal bersilika serta sering berasosiasi dengan spilit dan basalt bantal. Sempadan antara rijang dan syal bersilika sangat jelas. Syal bersilika ini telah terluluhawa dan lembut dan membentuk lapisan berirama yang dikenali sebagai *ribbon chert*. Rijang jenis ini biasanya dijumpai sekitaran laut dalam. Menurut (Fitch 1955; Wilson 1963) usia Formasi Chert-spilit ialah Kapur Akhir hingga Eosen manakala Leong (1977) menyatakan bahawa usia rijang ini adalah Kapur Awal (Valanginian hingga Barremian) berdasarkan dapatan kajian radiolaria dari kawasan Segama Atas iaitu di bahagian utara kawasan kajian.

Rijang ini terletak di atas batuan volcano mafik-ultramafik. Batuan igneus mafik-ultramafik terdiri daripada lava bantal, spilit, serpentinit dan peridotit. Ianya boleh dicerap di Kuari Mostyn, Jalan Kunak-Tawau. Batuan ini telah terluluhawa dan mempunyai kekar, garis gores sesar dan penyesaran. Sempadan batuan bagi unit-unit batuan tersebut tidak jelas dan hanya berpandukan kepada peta geologi pengkaji terdahulu. Batuan peridotit dan serpentinit ini mempunyai warna gelap dan kehijauan serta sedikit tericih. Sekutuan batuan igneus volkano mafik-ultramafik ini merupakan jujukan ofiolit yang membentuk kerak lautan semasa pemuaian berlaku dan kemudiannya berlaku pengendapan jujukan rijang diatasnya.



Rajah 3 Log jujukan batuan bagi singkapan S1 yang mempunyai sepuluh sampel.

BAHAN DAN KAEDAH

Sebanyak 10 sampel telah diambil di singkapan S1 yang terletak di kilometer 22 dari Pekan Kunak iaitu di Jalan Kunak-Semporna. Persampelan batuan rijang tersebut boleh dilihat pada Rajah 3. Semua sampel diproses mengikut kaedah yang diperkenalkan oleh Pessagno dan Newport (1972). Sampel dihancurkan dengan mengunakkan mesin penghancur batu atau mortar besi sehingga bersaiz 1 hingga 5 cm dan direndamkan bersama asid hidroflorik lemah (9 bahagian air : 1 bahagian asid) selama semalaman. Setelah direndam, di bersihkan dan dikeringkan, radiolaria dipungut dengan menggunakan mikroskop binocular. Seterusnya spesimen yang baik pengawetannya diambil gambar menggunakan mikroskop pengimbas elektron (SEM) dan dikenal pasti.

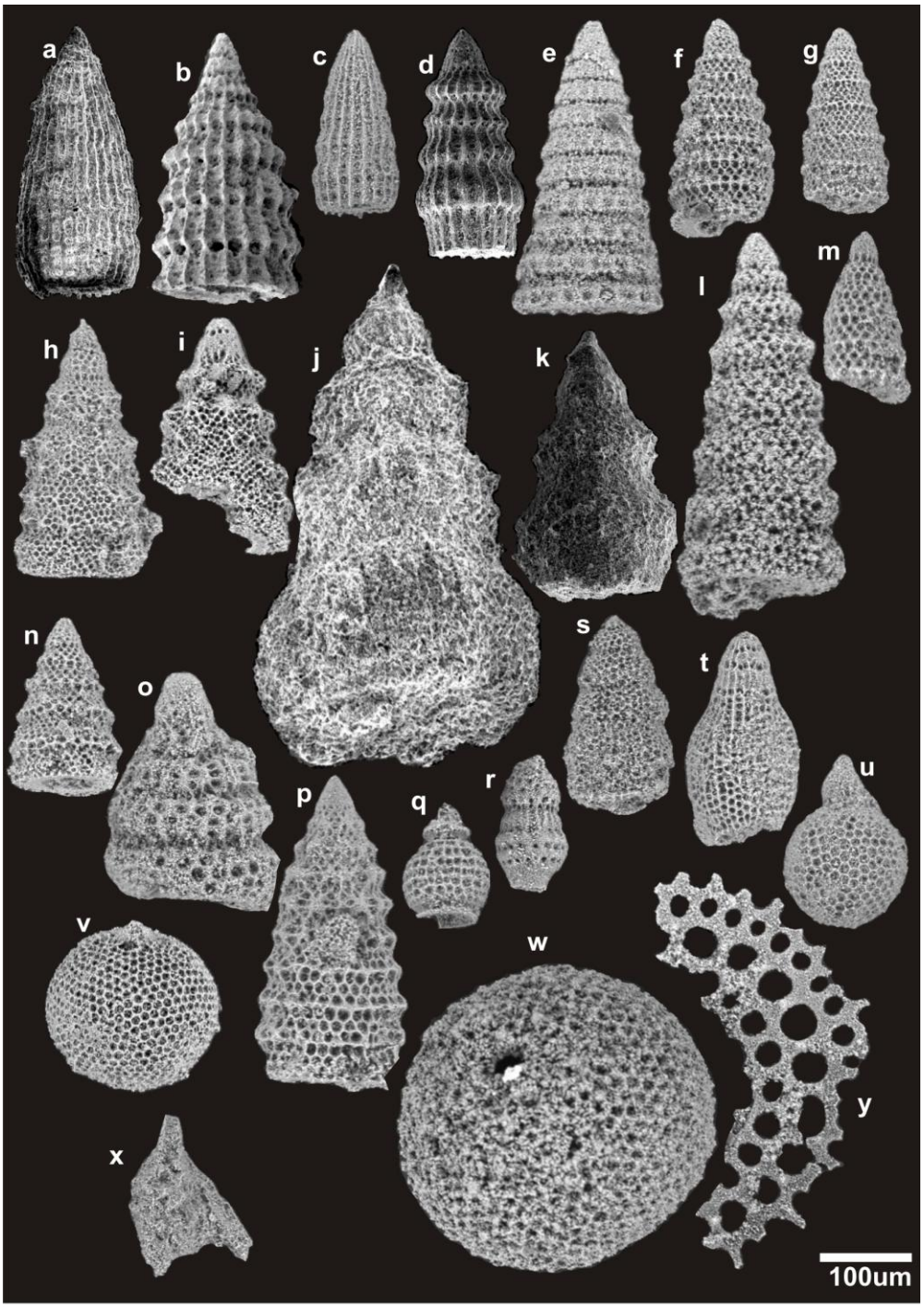
HASIL DAN PERBINCANGAN

Terdapat 36 spesies radiolarian telah dikenal pasti daripada sampel singkapan S1. Taburan setiap spesies dalam singkapan S1 disenariakan dalam Jadual 1. Kesemua spesies dikelaskan mengikut pengkelasan yang dibuat oleh O' Dogherty (1994). Antara spesiesnya ialah :-

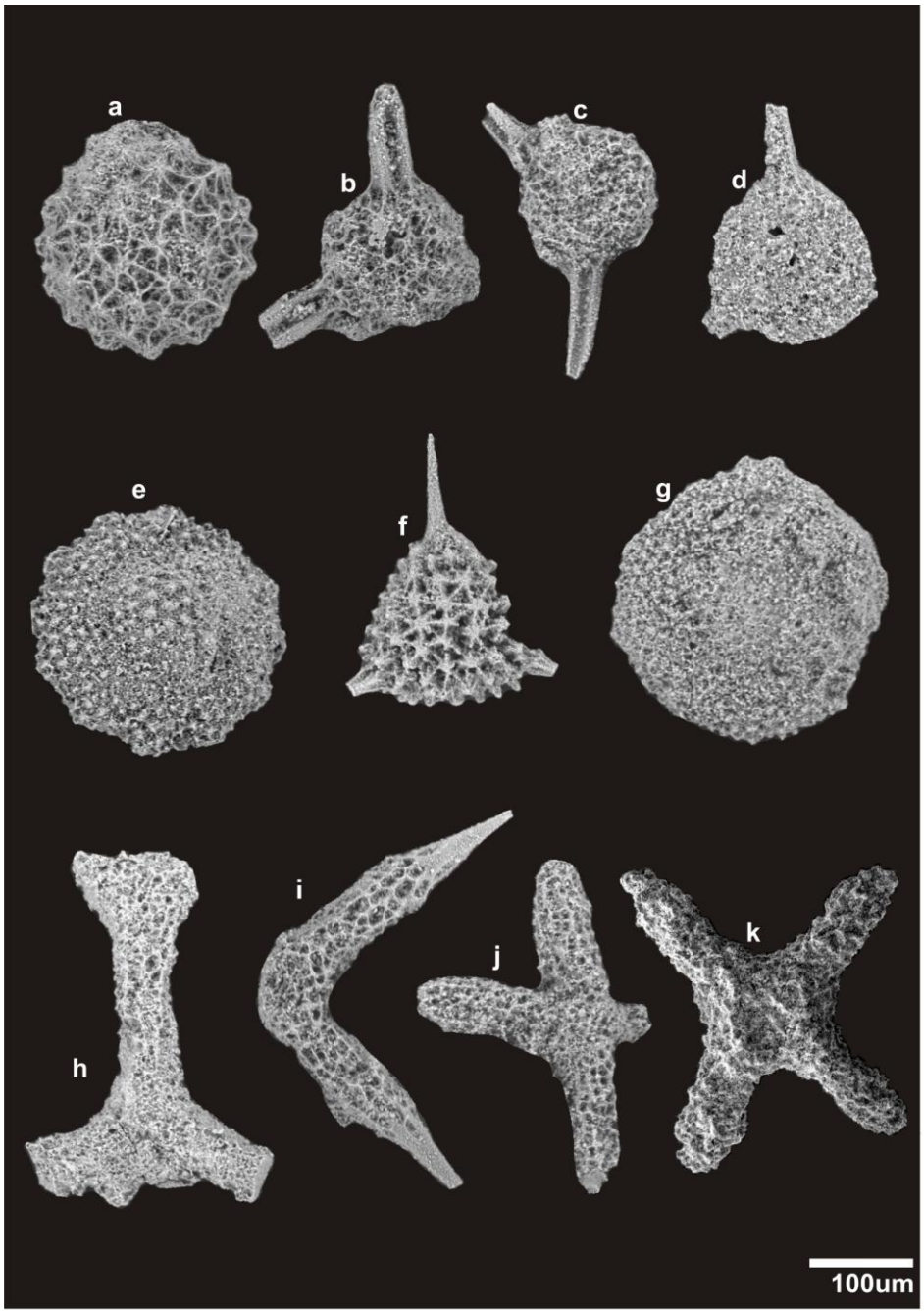
Dictyomitra gracilis (Squinabol), rajah 4 (a)
Dictyomitra farmosa Squinabol, rajah 4 (b)
Dictyomitra multicostata Zittel, rajah 4 (c)
Dictyomitra koslovae Foreman, rajah 4 (d)
Pseudodictyomitra tiara (Holmes), rajah 4 (e)
Foremanina schona Empson & Morin, rajah 4 (f)
Tuguriella pagoda (Squinabol), rajah 4 (g)
Xitus spicularius (Aliev), rajah 4 (h)
Xitus mclaughlini Pessagno, rajah 4 (i)
Torculum coronatum (Squinabol), rajah 4 (j)
Stichomitra simplex (Smirnova & Aliev), rajah 4 (k)
Stichomitra communis Squinabol, rajah 4 (l)
Stichomitra tosaensis Nakaseko & Nishimura, rajah 4 (m)
Stichomitra stocki (Campbell & Clark), rajah 4 (n)
Stichomitra paraphedia Bragina & Bragin, rajah 4 (o)
Amphypindax pseudoconulus (Pessagno), rajah 4 (p)
Pseudotheocampe tina (Foreman), rajah 4 (q)
Theocampe salillum Foreman, rajah 4 (r)
Lithocampe manifesta (Foreman), rajah 4 (s)
Obeliscoites vinassai (Squinabol), rajah 4 (t)
Hiscocapsa asseni (Tan), rajah 4 (u)
Cryptamphorella conara Foreman, rajah 4 (v)
Holocryptocarnium barbui Dumitrica, rajah 4 (w)
Ultranapora cretacea (Squinabol), rajah 4 (x)
Sciadiocapsa speciosa (Squinabol), rajah 4 (y)
Praeconocaryomma universa Pessagno, rajah 5 (a)
Acaeniotyle rebellis O'Dogherty, rajah 5 (b)
Triactoma cellulosa Foreman, rajah 5 (c)
Pseudoaulophacus putahensis Pessagno, rajah 5 (d)
Pseudoaulophacus parguerаensis Pessagno, rajah 5 (e)
Alievium superbum (Squinabol), rajah 5 (f)
Dactyliospahera maxima (Pessagno), rajah 5 (g)
Pessagnobrachia fabianii (Squinabol), rajah 5 (h)
Crucella bossoensis JUD, rajah 5 (i)
Crucella massinae Pessagno, rajah 5 (j)
Crucella cahensis Pessagno, rajah 5 (k)

Jadual 1 Taburan setiap spesies dalam sampel singkapan S1.

SPESIES RADIOLARIA	Singkapan S1									
	S101	S102	S103	S104	S105	S106	S107	S108	S109	S110
Dictyomitra gracilis (Squinabol)	X						X	X		
Dictyomitra farmosa Squinabol	X		X	X	X	X	X	X		X
Dictyomitra multicostata Zittel									X	X
Dictyomitra koslovae Foreman	X	X					X			X
Pseudodictyomitra tiara (Holmes)	X	X								
Foremanina schona Empson & Morin						X			X	
Tuguriella pagoda (Squinabol)	X	X	X	X	X			X		
Xitus spicularius (Aliev)	X	X	X		X	X		X	X	X
Xitus mclaughlini Pessagno					X			X		
Torculum coronatum (Squinabol)	X					X				
Stichomitra simplex (Smirnova & Aliev)			X							
Stichomitra communis Squinabol	X		X			X		X		
Stichomitra tosaensis Nakaseko & Nishimura						X				
Stichomitra stocki (Campbel & Clark)	X			X		X	X			
Stichomitra paraphedia Bragina & Bragin							X		X	X
Amphypindax pseudoconulus (Pessagno)			X						X	X
Pseudotheocampe tina (Foreman)	X		X	X	X	X	X		X	X
Theocampe salillum Foreman	X	X		X	X	X	X			
Lithocampe manifesta (Foreman)	X		X			X	X	X		
Obeliscoites vinassai (Squinabol)									X	
Hiscocapsa asseni (Tan)	X	X								
Cryptamphorella conara Foreman	X	X	X	X		X		X	X	X
Holocryptocarnium barbui Dumitrica		X			X		X			
Sciadiocapsa speciosa (Squinabol)					X	X				
Ultranapora cretacea (Squinabol)										X
Praeconocaryomma universa Pessagno	X		X	X		X	X	X	X	
Acaeniotyle rebellis O'Dogherty	X		X		X					
Triactoma cellulosa Foreman	X	X	X			X				
Pseudoaulophacus putahensis Pessagno				X			X			
Pseudoaulophacus parguerаensis Pessagno		X						X		
Alievium superbum (Squinabol)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dactyliosphaera maxima (Pessagno)		X								
Pessagnobrachia fabianii (Squinabol)	X				X	X		X		
Crucella bossoensis Jud		X			X					
Crucella massinae Pessagno	X	X	X	X		X			X	
Crucella cahensis Pessagno				X		X				



Rajah 4 (a) ***Dictyomitra gracilis,*** **(b)** ***Dictyomitra farmosa,*** **(c)** ***Dictyomitra multicostata,*** **(d)** ***Dictyomitra koslovae,*** **(e)** ***Pseudodictyomitra tiara,*** **(f)** ***Foremanina schona,*** **(g)** ***Tuguriella pagoda,*** **(h)** ***Xitus spicularius,*** **(i)** ***Xitus mclaughlini,*** **(j)** ***Torculum coronatum,*** **(k)** ***Stichomitra simplex,*** **(l)** ***Stichomitra communis,*** **(m)** ***Stichomitra tosaensis,*** **(n)** ***Stichomitra stocki,*** **(o)** ***Stichomitra paraphedia,*** **(p)** ***Amphypindax pseudoconulus,*** **(q)** ***Pseudotheocampe tina,*** **(r)** ***Theocampe salillum,*** **(s)** ***Lithocampe manifesta,*** **(t)** ***Obeliscoites vinassai,*** **(u)** ***Hiscocapsa asseni,*** **(v)** ***Cryptamphorella conara,*** **(w)** ***Holocryptocarnium barbui,*** **(x)** ***Ultranapora cretacea*** **dan (y)** ***Sciadiocapsa speciosa*****.**



Rajah 5 (a) ***Praeconocaryomma universa,*** **(b)** ***Acaeniotyle rebellis,*** **(c)** ***Triactoma cellulose,*** **(d)** ***Pseudoaulophacus putahensis,*** **(e)** ***Pseudoaulophacus pargueraensis,*** **(f)** ***Alievium superbum,*** **(g)** ***Dactyliospahera maxima,*** **(h)** ***Pessagnobrachia fabianii,*** **(i)** ***Crucella bossoensis*** **(j)** ***Crucella massinae*** **dan (k)** ***Crucella cahensis*****.**

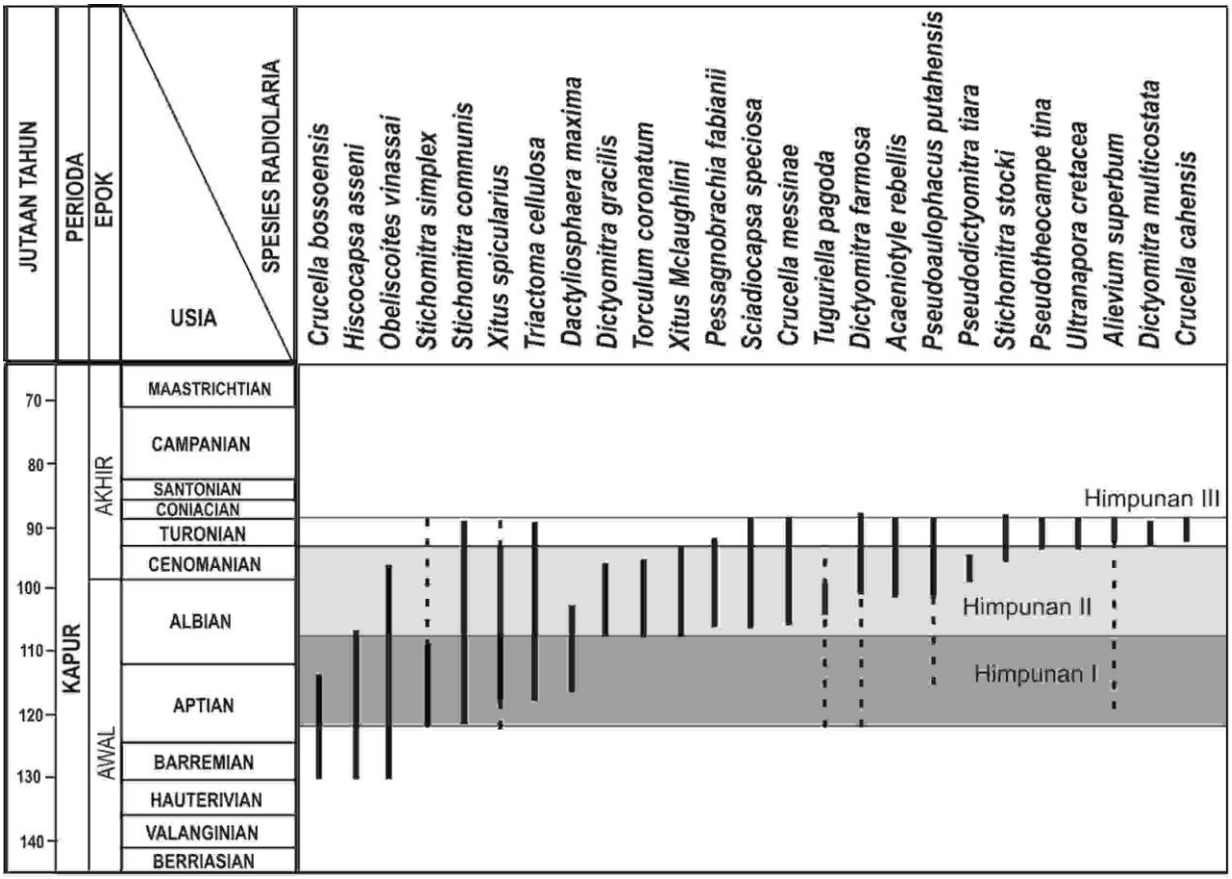
Antara spesies yang dominan ialah *Dictyomitra farmosa*, *Xitus spicularius*, *Pseudotheocampe tina* dan *Alievium superbum*. Manakala spesies yang jarang dijumpai pula ialah *Stichomitra simplex*, *Stichomitra tosaensis*, *Obeliscoites vinassai*, *Ultranapora cretacea* dan *Dactyliosphaera maxima*.

Biostratigrafi

Hanya 25 spesies radiolaria sahaja digunakan untuk menentukan usia rijang dalam kompleks ini. Taburan stratigrafi setiap spesies adalah berdasarkan kepada O' Dogherty (1994). Himpunan radiolarian ini boleh dibahagikan kepada tiga himpunan iaitu Himpunan I, Himpunan II dan Himpunan III (Rajah 6). Himpunan I dicirikan oleh kehadiran penanda zon *Stichomitra simplex*. Spesies lain dalam himpunan ini ialah *Crucella bossoensis*, *Hiscocapsa asseni*, *Obeliscoites vinassai*, *Stichomitra communis*, *Xitus spicularius*, *Tiactoma cellulosa*, dan *Dactyliosphaera maxima*. Sempadan bawah dan sempadan atas himpunan ini ditandai oleh kehadiran pertama kali dan kepupusan spesies *Stichomitra simplex* dan *Stichomitra communis*. Zon *Turbocapsula costata* yang dilaporkan oleh O' Dogherty (1994) ini mempunyai persamaan dari segi kangdungan spesiesnya dengan himpunan I. Namun spesies *Turbocapsula costata* iaitu fosil indeksnya tidak hadir dalam himpunan I. Walaubagaimanapun kehadiran spesies *Stichomitra simplex* dan spesies lain dalam himpunan I ini menandakan ianya berusia Aptian hingga Albian (108 hingga 122 juta tahun).

Himpunan II ini diwakili oleh kehadiran penanda zon spesies *Xitus mclaughlini*. Himmpunan ini terdiri daripada spesies *Dictyomitra gracilis*, *Torculum coronatum*, *Pessagnobrachia fabianii*, *Sciadiocapsa speciosa*, *Crucella cahensis*, *Tuguriella pagoda*, *Dictyomitra farmosa*, *Acaeniotyle rebellis*, *Pseudoaulophacus putahensis* dan *Pseudodicytomitra tiara*. Sempadan bawah himpunan ini ditandai dengan kemunculan pertama kali *Xitus mclaughlini*, *Dictyomitra gracilis* dan *Torculum coronatum*. Manakala sempadan atasnya pula ditandakan oleh kepupusan *Xitus mclaughlini*, *Xitus spicularius* dan kemunculan pertama kali spesies dalam himpunan III. Julat usia bagi himpunan ini adalah dari Albian hingga Cenomanian (93 hingga 108 juta tahun). Himpunan II ini mempunyai persamaan dengan Zon *Obeliscoites somphedia* (Schaaf 1981) dan Zon *Psedodictyomitra pseudomacrocephala – Holocryptocarnium barbui* (Vishnevskaya 1993). Walaupun *O. somphedia* tidak hadir dalam himpunan ini, tetapi kehadiran *Xitus mclaughlini* menunjukkan ianya berusia Albian hingga Cenomanian. *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* juga tidak hadir tetapi *Holocryptocarnium barbui* pula hadir dalam sampel singkapan Kompleks ini dan membuktikann ianya juga berusia Albian hingga Cenomanian.

Himpunan III terdiri daripada spesies *Stichomitra stocki*, *Pseudotheocampe tina*, *Ultranapora cretacea*, *Alievium superbum*, dan *Dictyomitra multicostata*. Crucella cahensis merupakan penanda zon bagi himpunan ini dan menunjukkan usia Turonian (88 hingga 93 juta tahun). Sempadan bawah himpunan ini ditandai oleh kehadiran pertama kali spesies *Crucella cahensis*, *Pseudotheocampe tina*, *Ultranapora cretacea*, *Alievium superbum*, dan *Dictyomitra multicostata*. Manakala sempadan atasnya pula ditandai oleh kemunculan terakhir *Crucella cahensis* dan spesies lain dalam himpuanan ini. . Himpunan ini menyerupai Zon *Alievium superbum* yang diperkenalkan oleh beberapa pengkaji sebelum ini (Schaaf 1981; O' Dogherty 1994). Spesies *A. superbum* ini hadir hampir di kesemua sampel. Selain itu Zon *Alievium superbum – Thanarla Veneta* (Vishnevskaya 1993) juga mempunyai kesamaan himpunan spesiesnya, cuma spesies *Thanarla veneta* tersebut tidak hadir dalam sampel ini. Zon *Crucella Cahensis* yang dilaporkan oleh Thurow (1988) juga menunjukka usia Turonian dan spesies *Crucella cahensis* ini hadir dalam himpunan III.



Rajah 6 Taburan stratigrafi spesies pilihan dan himpunan radiolaria dalam rijang Kompleks Ofiolit Teluk Darvel.

Sekitaran Pengendapan

Penafsiran sekitaran pengendapan ini dilakukan dengan melihat beberapa perkara penting iaitu asosiasi batuan dan analsis radiolaria. Rijang pada kompleks ini sering berasosiasi dengan batuan ultamafik seperti spilit, basalt, lava bantal, gabro, peridotit dan serpentinit. Asosiasi batuan ini boleh dikelaskan sebagai sekutuan rijang-ofiolit yang merupakan sebahagian daripada kerak lautan dahulu (Jones and Murchey 1986). Jujukan ofiolit ini terdiri daripada batuan peridotit pada bahgian paling bawah kemudian diatasnya pula adalah gabro seterusnya daik, diikuti pula basalt bantal pada bahagian atasnya dan akhir sekali dilapisi oleh lapisan rijang.

Kehadiran lapisan rijang yang nipis ini menunjukkan ianya berada di sekitaran pelagos yang kurang sumber bahan terigen dan kedudukannya jauh daripada benua. Warna batuan rijang ialah merah keperangan dan matriksnya pula terdiri daripada lempung yang kaya dengan hematit yang selalu berasosiasi dengan batuan ultramafik membentuk jujukan ofiolit. Tiada dijumpai batu kapur pelagos yang berasosiasi dengan rijang dan ini membuktikan ianya terbentuk di kawasan laut dalam di bawah kedalaman zon kedalaman pampasan kalsit . Basir (2000) pernah mengkaji geokimia batuan rijang ini dan mendapati rijang tersebut pada sekitaran pelagos di kawasan laut dalam berdekatan pusat pemuaian

Kebanyakkan sampel mempunyai kelimpahan radiolarian yang banyak dan ini membuktikan ianya terbentuk di sekitaran produktiviti radiolaria tinggi. Ia selalu dikaitan dengan kawasan yang berlaku arus timbul dan aktiviti volkano yang membekalkan bahan silika dan nutrien kepada radiolaria. Radiolarian mudah larut di bahagian dekat permukaan iaitu yang mempunyai kepekatan silika yang rendah. Pengendapan radiolaria dan pembentukan rijang yang banyak hanya berlaku di kedalaman di bawah paras kedalaman pampasan kalsit iaitu lebih daripada 1000m (Basir 2003). Radiolaria Kompleks Ofiolit Teluk Darvel ini mempunyai peratusan Nasselaria yang lebih tinggi berbanding dengan Spumelaria. Spumelaria dominan pada kedalaman lebih daripada 200m dan nasselaria pula dominan pada kedalaman lebih daripada 2000m (Armstrong dan Brasier 2006). Ini menunjukkan rijang tersebut terbentuk pada sekitaran laut dalam.

Lapisan rijang kelihatan menindih batuan spilit, basalt bantal, gabro, serpentinit, dan peridotit. Ini menunjukkan bahawa lapisan rijang tersebut lebih muda berbanding dengan batuan yang terbentuk di bawahnya yang lebih tua. Rijang tersebut berusia Kapur (Aptian hingga Turonian) manakala batuan mafik tersebut boleh dianggarkan lebih tua daripada usia Kapur samada Awal Kapur Awal atau Jura akhir (Basir 1992). Beberapa kajian geokimia dan pengusiaan radiomertik telah dilakukan terhadap batuan mafik ini. Leong (1974) pernah menentukan usia meta-gabro dengan kaedah radiometrik K:Ar di kawasan Segama Atas dan usianya ialah 210 juta tahun (Jura Awal). Graves et al. (2000) menentukan usia batuan Ofiolit Sabah juga menggunakan kaedah K:Ar dan mendapati usianya adalah Jura akhir hingga Kapur Awal (Neocomian). Geokimia batuan yang diperoleh pula membuktikan ianya jenis teolitik rendah kalium dan unsur surihnya pula menunjukkan ciri-ciri permatang tengah lautan (MORB) (Shariff et al. 1992; Graves et al. 2000).

KESIMPULAN

Terdapat tiga himpunan radiolaria yang telah dikenalpasti. Himpunan I dicirikan oleh kehadiran *Stichomitra simplex* yang menunjukkan usia Aptian hingga Albian(108 hingga 122 juta tahun) . Himpunan II pula diwakili oleh kemunculan *Xitus mclaughlini* iaitu berusia Albian hingga Cenomanian (93 hingga 108 juta tahun). Himpunan III ditandai dengan kehadiran *Crucella cahensis* yang berusia Turonian iaitu sekitar 88 hingga 93 juta tahun. Himpunan radiolarian membuktikan bahawa usia rijang tersebut adalah Aptian hingga Turonian (88 hingga 122 juta tahun). Sekitaran pengendapan bagi Kompleks Ofiolit Teluk Darvel ini ditentukan berdasarkan asosiasi batuan terdiri daripada batuan mafik dan rijang yang merupakan jujukan ofiolit mewakili kerak lautan. Radiolarian tersebut dienapkan di kawasan yang jauh dari benua iaitu lembangan pinggiran bedekatan dengan kawasan pemuaian pada masa Aptian hingga Turonian, Kapur.

PENGHARGAAN

Terima Kasih diucapkan kepada Kementerian Pengajian Tinggi dan Universiti Malaysia Sabah kerana telah memberikan biasiswa melalui Skim SLAB bagi menampung pengajian dan kebenaran untuk melanjutkan pengajian sarjana penulis di Universiti Kebangsaan Malaysia.

RUJUKAN

Aitchison, J.C. 1994. Early Cretaceous (pre-Albian) radiolarian from bloks in Ayer Complex mélange, eastern Sabah, Malaysia, with comments on their regional tectonic significance and the origins of enveloping mélanges. *Journal SE Asian Earth Sci*. 9(3): 255-262.

Armstrong, H.A. & Brasier, M.D. 2006. *Microfossils*. Blackwell Publishing. Victoria.

Basir Jasin. 1991. The Sabah Complex – a lithodemic unit (a new name for the Chert Spilite Fomation & its ultramafic association). *Warta Geologi* 17(6): 253-259.

Basir Jasin. 1992. Significance of radiolarian chert from the Chert-Spilite Formation, Telupid, Sabah. *Bulletin Geology Society Malaysia* 31: 67-83.

Basir Jasin. 2000. Geological significance of radiolarians chert in Sabah. *Bulletin Geology Society Malaysia* 44: 35-43.

Basir Jasin. 2003. *Rijang Beradiolaria Perakam sejarah Tabii Malaysia*. Univertisi Kebangsaan Malaysia.

Basir Jasin & Sanudin Tahir. 1988. Barremian Radiolaria from the Chert-Spilit Formation, Kudat, Sabah. *Sains Malaysiana* 17(1): 67-79.

Basir Jasin & Sanatulsalwa Hasan. 1992. Some Early Cretaceos Radiolaria from chert sequence in the Mandurian area, Sabah. *Sains Malaysiana* 21(1): 55-67.

Basir Jasin & Tongkul F. 2000. Fosil Radiolaria daripada Jujukan Ofiolit Lembah Baliojong, Tandek, Sabah. *Warisan Geologi Malaysia* 3: 219-230

Basir Jasin, Sanudin Tahir & Abd. Rahim Samsudin. 1985. Lower Cretaceous Radiolaria from Chert-Spilite Formation, Kudat, Sabah. *Warta Geologi* 11(4): 161-162.

Basir Jasin, Ahmad Jantan, Lim Peng Seng & Mat Niza Abd. Rahman. 1989. Some Microfossils from the Wariu Formation. *Sains Malaysiana* 18(1): 57-75.

Fitch, F.H. 1955. The Geology & Mineral Resources of the Segama Valley & Darvel bay Area, Colony of North Borneo. *Brit. Borneo Geol. Survey Mem.* 4.

Graves, J.E., Hutchison, C.S., Bergman, S.C. & Swauger, D.A. 2000. Age & MORB geochemistry of the Sabah ophiolite basement. Geol. Soc. Malaysia, Bulletin 44: 151-158.

Jones, D.L. & Murchey, B. 1986. Geologic significance of Paleozoic and Mesozoic radiolarian chert. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci*. 14: 455-492.

Kirk, H.J.C. 1962. The Geology & Mineral Resources of Semporna Peninsula, North Borneo. *Brit. Borneo Geol. Survey Mem.* 14.

Leong K.M. 1974. The Geology and Mineral Resources of The Upper Segama Valley and Darvel Bay Area Sabah Malaysia. *Geology Survey of Malaysia. Memoir* 4: 104-134.

Leong, K.M. 1977. New age from radiolarian cherts of the Chert-Spilite Fomation, Sabah. *Bulletin Geology Society Malaysia* 8: 109-111.

O' Dogherty, L. 1994. Biochronology and Plaeontology of Mid-Cretaceous Radiolarians from Northern Apennines (Italy) & Betic Cordillera (Spain). *Memoires de Geologie (Lausanne)*. 21: 1-413.

Pessagno, E.A. & Newport, R.L. 1972. A technique for extracting Radiolaria from Radiolarian chert. *Micropaleontology* 18(2): 231-234.

Schaaf, A. 1981. Late Early Cretaceous Radiolaria from Deep Sea Drilling Project Leg 62. Dlm. Thiede, J., Vallier, T.L. et al. (pnyt.). *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project*, 62, hlm. 419-470. Washington D.C.: U. S. Government Printing Office.

Shariff Abd. Kadir S. Omang, Wan Azmona Wan Mohamed, Sanudin Hj. Tahir & Sahibin A. Rahim. 1992. The Darvel bay Ophiolite Complex, SE Sabah, Malaysia – preliminary interpretations. *Warta Geologi* Vol 18/3: 81-88.

Thurow, J. 1988. Cretaceous radiolarians of the North Atlantic Ocean: ODP Leg 103 (Site 638, 640 & 641) & DSDP Legs 93 (Site 603) & 47B (Site 398). Dlm. Boillot, G., Winterer, E.L. et al. (pnyt.). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Result* 103, hlm 379-418. Texas, College Station.

Vishnevskaya, V. 1993. Jurassic & Cretaceous radiolarian biostratigraphy in Russia. Dlm. Blueford, J. & Murchey, B. (pnyt.). Radiolarian of giant & subgiant fields in Asia, hlm. 175-200. *Micropaleontology* special publ. 6.

Wilson R.A.M. 1963. The Chert-Spilite formation of North Borneo *Brit. Borneo Geol. Survey Bull*. 4: 61-78.