

## BIOSTRATIGRAFI DAN BIOTA JURA KEPULAUAN MISOOL, INDONESIA DAN KORELASI INTERREGIONAL DAN GLOBALNYA

Fauzie Hasibuan

Pusat Survei Geologi  
Jl. Diponegoro No. 57 Bandung 40122  
fauzie@grdc.esdm.go.id

### SARI

Kepulauan Misool mempunyai kesamaan dengan Kepulauan Sula berdasarkan kandungan fauna bivalviannya, tetapi berbeda dengan Kepulauan Sula yang mengandung kumpulan fosil amonit yang lebih baik, namun di Kepulauan Misool digantikan oleh kumpulan fosil belemnit. Fauna Kepulauan Misool ini dapat dikorelasikan dengan fauna Papua berdasarkan pada fauna amonit seperti *Fontannesia killiani*. Fauna Kepulauan Misool ini juga dapat dikorelasikan dengan fauna Alpin Eropa, Amerika Utara, Chili, Argentina, Selandia Baru, Australia Barat Laut, Tibet Utara dan Selatan, Himalaya dan lain-lain. Walaupun demikian, korelasi dengan wilayah-wilayah lainnya berdasarkan beberapa jenis saja, dan kadang-kadang berdasarkan marga-marga yang bersifat kosmopolitan.

Kata kunci: Jura, Kepulauan Misool, amonit, bivalvia, korelasi interregional dan global

### ABSTRACT

*The Jurassic fauna of Misool Archipelago is very similar to Sula Islands on the basis of bivalve content, but it differs from Sula Islands in that good ammonite assemblages which replaced by assemblages of belemnites. The fauna of Misool Archipelago can also be correlated with Papua is on the basis of ammonite fauna such as Fontannesia killiani. Misool Archipelago fauna is also correlable with those of the European Alps, North America, Chile, Argentina, New Zealand, Northwestern Australia, North and South Tibet, Himalaya, etc. However, some areas correlation is based only on a few species and sometimes only on cosmopolitan genera.*

*Keywords: Jurassic, Misool Archipelago, ammonites, bivalve, interregional and global correlation*

### PENDAHULUAN

Formasi-formasi batuan pada kurun Pratersier terutama yang berada di bagian timur Kepulauan Indonesia terdiri atas formasi-formasi batuan yang berasosiasi dengan batuan benua tua Gondwana. Pada umumnya penelitian biostratigrafi pada satuan-satuan batuan pada kurun Pratersier ini masih sedikit dilakukan. Penelitian biostratigrafi zaman Jura ini merupakan bagian dari penelitian Pratersier ini.

Konsep tektonik lempeng (*plate tectonic concepts*) yang diterapkan di Indonesia telah banyak memberikan pemahaman tentang geologi terutama di Indonesia bagian timur. Penelitian biostratigrafi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tambahan tentang geologi daerah ini.

### Maksud dan Tujuan

Penulis-penulis terdahulu telah banyak melakukan penelitian fosil-fosil zaman Jura dari daerah ini dan sebagian dari fosilnya tersimpan di Laboratorium Paleontologi, Pusat Survei Geologi dan sebagian lagi masih tersimpan di Eropa (Belanda dan Jerman). Data yang sudah ada dan koleksi yang dilakukan oleh penulis diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai urutan biostratigrafi Jura di Kepulauan Misool untuk dijadikan dasar penelitian lanjutan di daerah lain. Dari hasil penelitian biostratigrafi dari Kepulauan Misool ini akan dilakukan korelasi dengan kronostratigrafi standar internasional (*International Standard Chronostratigraphy*), yaitu penentuan umur yang lebih tepat dan asosiasi fauna pada zaman Jura.

Hasil penelitian ini akan memberikan kontribusi pada pemahaman asosiasi fauna dan sejarah geologi Indonesia. Selain itu, Kepulauan Misool merupakan daerah yang mempunyai urutan stratigrafi paling

lengkap dan dapat dipakai sebagai acuan penelitian biostratigrafi untuk daerah-daerah lainnya. Dengan mempelajari biostratigrafi Jura daerah ini diharapkan dapat dipecahkan kerangka geologi dan problemnya.

## METODE

Penelitian ini didasarkan pada data yang pernah dikumpulkan oleh peneliti-peneliti terdahulu dan koleksi fosil yang dilakukan dan telah dideterminasi oleh penulis (Hasibuan, 1991). Determinasi dan dokumentasi fosil dilakukan guna mengenali keanekaragaman marga (*genus*) terutama moluska yang ditemukan di daerah ini. Dari hasil determinasi itu dibuat suatu urutan biostratigrafi berdasarkan data lapangan dan dibandingkan dengan yang ditemukan di tempat lain. Dalam korelasi ini pertimbangan-pertimbangan analisis lingkungan pengendapan, paleogeografi, tektonik lempeng dan penelitian mintakat serta hubungannya dengan faunanya telah dilakukan berdasarkan literatur-literatur yang ada. Pengamatan perbedaan antara fauna dari Kepulauan Misool yang merupakan bagian dari benua tua Gondwana dengan daerah lain, terutama bagian barat Indonesia yang merupakan bagian dari benua tua Laurasia, telah pula dipertimbangkan.

Kepulauan Misool terletak di sebelah barat daya Kepala Burung, Papua (Gambar 1). Peta sebaran formasi-formasi Jura di Kepulauan Misool dapat dilihat pada Gambar 2 dan kolom stratigrafinya pada Gambar 3.

## MASA JURA

Buckman (1818) in Harland dr. (1989) membagi Formasi Oolite yang tersingkap dengan baik di Inggris menjadi Oolite Bawah, Oolite Tengah, dan Oolite Atas. Formasi ini disamakan dengan Jura-Kalkstein dari Alexander yang kemudian dikenal sebagai "Batugamping dari Jura". Batuan Jura di Inggris ini banyak mengandung fosil amonit yang kemudian mendasari pembuatan biozonasi pada umur-umur batuan lainnya (di antaranya oleh Arkell 1933, 1946, 1956).

Harland dr. (1989) membagi masa Jura ini menjadi *Lias*, *Dogger*, dan *Malm*. Dalam penelitian ini penulis lebih menggunakan pembagian Jura Awal, Tengah, dan Akhir seperti yang umum dipakai di luar Inggris.

Pembagian zaman Jura dan kronologi fauna berdasarkan Harland dr. (1982), sedangkan pembagian umur mutlaknya didasarkan atas Walker dan Geisman (2009) yang dapat dilihat pada Gambar 4.

## BIOSTRATIGRAFI

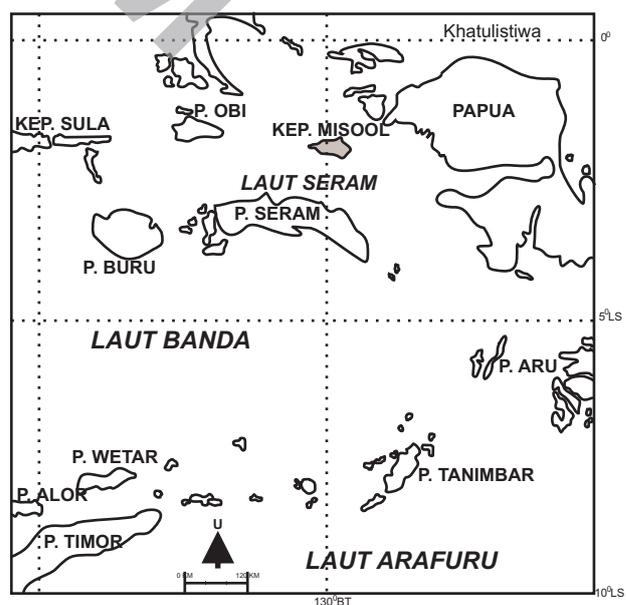
Formasi-formasi zaman Jura di Kepulauan Misool mencapai tebal sekitar 260 m. Formasi-formasi tersebut adalah Formasi Yefbie (80 m), (Potret 1), berumur Toarcian sampai *Callovian* Awal, kemudian Formasi Demu (80 m) (Potret 2) berumur Akhir *Callovian* sampai *Oxfordian* Akhir bagian awal. Formasi Lelinta (100 m) (Potret 3 dan 4) yang paling atas berumur *Oxfordian* Akhir sampai Kapur Awal (*Berriasian* Awal).

## JURA AWAL

Jura Awal dibagi menjadi empat jenjang yaitu *Hettangian*, *Sinemurian*, *Pliensbachian* dan *Toarcian*. Di Kepulauan Misool hanya jenjang *Toarcian* yang dapat dikenali. Korelasi biostratigrafi antara Formasi Yefbie dan Formasi Demu dapat dilihat pada Gambar 5.

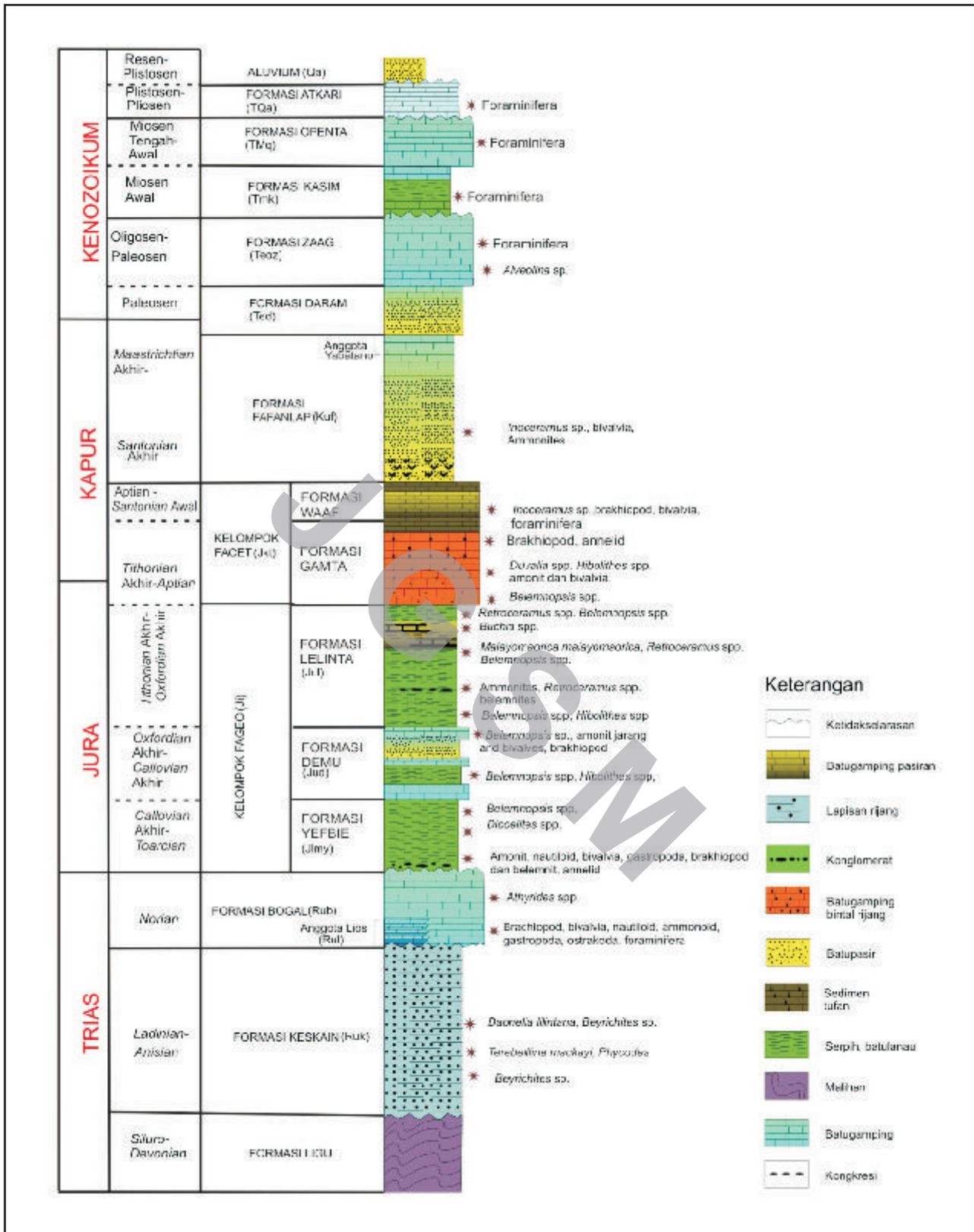
### Jenjang Toarcian

Nama Toarcian berasal dari Thouars, Perancis. Batas bawahnya ditandai oleh keterdapatan fosil *Dactyloceras tenuicostatum* dan batas atasnya oleh pemunculan awal *Dumortieria levesquei* (Harland dr., 1989).



Gambar 1. Peta lokasi Kepulauan Misool





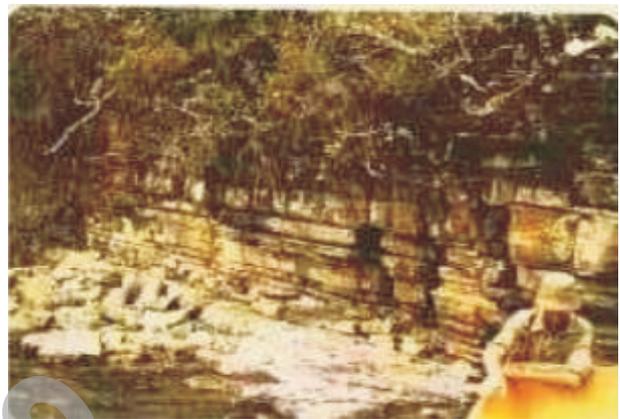
Gambar 3. Kolom stratigrafi Kepulauan Misool (modifikasi dari Hasibuan, 1991).

Period	Jurassic Period				
	Epoch	Stage	Limiting chrons	Ma	
K	Early Creta.	Berriasian	<i>Berriassella jacobae</i> <i>Durangoites</i>	145.5	
		Tithonian	<i>Hybonotoceras tybenotum</i> <i>Autoceras stephanus</i> <i>autostephanensis</i>		151
Jurassic	Malm	Kimmeridgian	<i>Platoniceras baylei</i> <i>Amoeboceras rosenkrantzi</i>	156	
			Oxfordian	<i>Quenstedtoceras merinae</i> <i>Quenstedtoceras lambergi</i>	161
		Dogger	Callovian	<i>Macrocephalites macrocephalus</i> <i>Cylindriceras discus</i>	165
			Bathonian	<i>Zegraspiceras ziphuus</i> <i>Parkinsonella parkinsoni</i>	168
	Ugg	Bajocian	<i>Hyperlioceras discites</i> <i>Graphoceras concavum</i>	172	
		Aalenian	<i>Lisoceras opalinum</i> <i>Dumortieria javesquiei</i>	176	
	Lias	J2	Toarcian	<i>Dactyloceras tenuicostatum</i> <i>Melanoceras squaratum</i>	183
			Pliensbachian	<i>Uptonia jamaoni</i> <i>Echinoceras rancostatum</i>	190
		Lia	Sinemurian	<i>Anetites bucklandi</i> <i>Schultheimia angulata</i>	197
			Hettangian	<i>Pectoceras pianorbis</i>	201.6

Gambar 4. Pembagian kolom zaman Jura dengan kronologi fauna (Harland drr., 1989, sebagian), dan Umur Mutlak (Walker dan Geisman 2009).



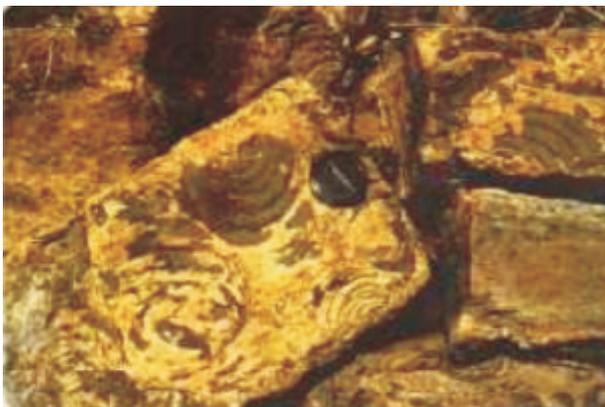
Potret 1. Singkapan Formasi Yefbie di Tanjung Foron, Kepulauan Misool.



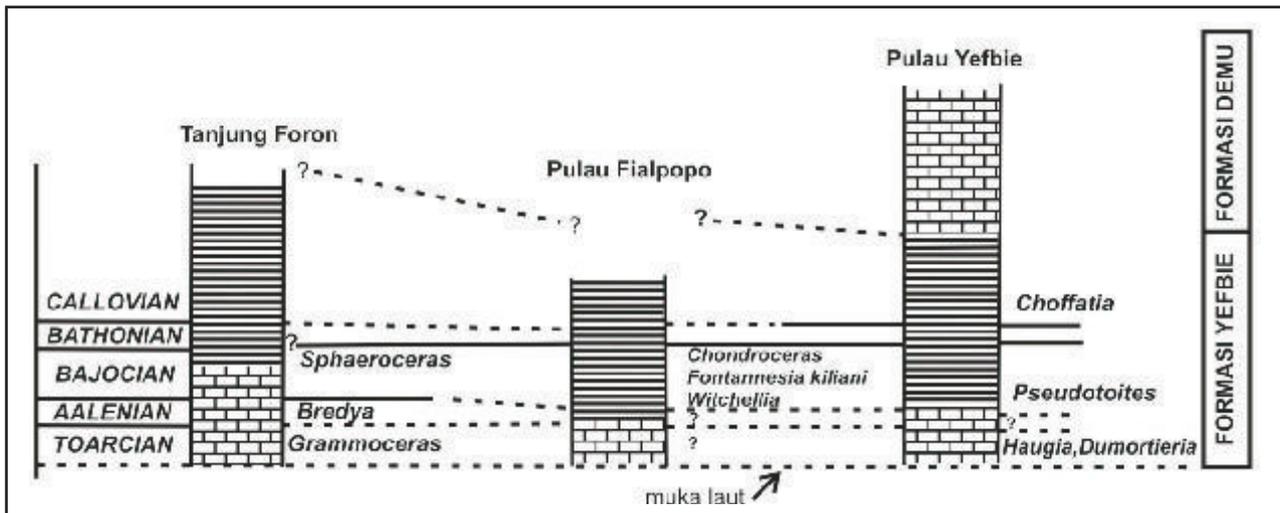
Potret 2. Singkapan Formasi Demu di Tanjung Demu, Kepulauan Misool.



Potret 3. Singkapan Formasi Lelinta di Teluk Lelinta, Kepulauan Misool.



Potret 4. Lapisan batupasir gampingan mengandung fosil *Retroceramus subhaasti* di dalam Formasi Lelinta.



Gambar 5. Korelasi kolom stratigrafi di beberapa tempat di Kepulauan Misool.

Di Tanjung Foron, Kepulauan Misool, bagian atas Toarcian ditandai oleh penemuan *Grammoceras*. Jenjang *Toarcian* Akhir. Di kepulauan ini Jenjang atas *Toarcian* ditandai juga oleh fosil amonit *Haugia* dan *Dumortieria*. Helby dan Hasibuan (1988) melaporkan jenis (species) spora *Callialasporites turbatus* sebagai penciri jenjang *Toarcian-Aalenian* (Helby dr., 1987).

## JURA TENGAH

### Jenjang *Aalenian*

Jenjang ini berasal dari daerah Aalen di Jerman di bagian sudut utara Swabian Alps. Batas bawah jenjang ini adalah alas *Zona Opalinum*. Jenjang *Aalenian* ini mempunyai tiga zona amonit, yaitu *Leioceras opalinum* (alas), *Ludwigia murchisonae*, dan *Graphoceras concavum*.

Adanya jenjang *Aalenian* di Kepulauan Misool diketahui dengan ditemukannya amonit *Bredya* pada bagian alas Formasi Yefbie. Walaupun demikian, batas antara Jenjang *Aalenian* dan *Toarcian* belum dapat ditentukan dengan pasti, karena tidak ditemukan singkapan batuan yang mengandung asosiasi fosilnya.

Hasibuan dan Grant-Mackie (2007) menemukan gastropoda *Bathrotomaria foronica* bersama *Bredya* dari bagian bawah Formasi Yefbie. *Bathrotomaria foronica* ini mirip dengan *Pleurotomaria barottei* dari Haute-Marne, Perancis berumur *Callovian*. *Eucylus orbignyianus* juga dari lokasi yang sama bersama dengan *Fontannesia* berumur *Aalenian*.

### Jenjang *Bajocian*

Jenjang Bajocian berasal dari Bayeux, Perancis yang diusulkan oleh d'Orbigny (1849-1852). Jenjang ini dibagi dua, *Bajocian* Bawah dan *Bajocian* Atas. *Bajocian* Bawah ditandai oleh adanya *Hyperlioceras discites* dan *Stephanocera humphresianum*, sedangkan *Bajocian* Atas dicirikan oleh keberadaan *Stephanoceras subfurcatum* dan *Parkinsonia parkinsoni*.

Keterdapatannya *Fontannesia killiani*, *Witchellia* dan *Pseudotoites* membuktikan, bahwa jenjang Bajocian Awal ada di Kepulauan Misool di bagian bawah Formasi Yefbie. Jenjang Bajocian Atas ditandai oleh adanya *Sphaeroceras*, sedikit di atas kumpulan *Fontannesia-Witchellia*. Keberadaan jenjang Bajocian ini pun didukung oleh keterdapatannya fosil dinoflagelata *Caddasphaera halosa*, *Dissiliodinium*, *Escharisphaeridia* dan *Nannoceratopsis* (Helby and Hasibuan, 1988).

### Jenjang *Bathonian*

Nama *Bathonian* berasal dari daerah Bath, Inggris. Batas jenjang ini diambil dari *Zigzag Chronozone* di Bas Auran, Barrèmmes, di bagian tenggara Perancis (Harland dr., 1989).

Jenjang ini di Kepulauan Misool tidak dicirikan oleh jenis fauna yang jelas. Namun demikian, jenjang ini diperkirakan berada pada batuan serpih pasir dan gampingan setebal 2 m yang mengandung sepaian belemnit di bagian bawah Formasi Yefbie di antara jenjang *Bajocian* dan *Callovian*.

Batas antara jenjang *Bajocian* dan *Bathonian* sangat sulit ditentukan karena singkapannya yang menerus (*monotonous*) yaitu perselingan lapisan tipis serpih dan batupasir halus gampingan. Di India, di dekat Zanskar, jenjang ini dianggap suatu rumpang (*hiatus*) (Jadoul dr., 1983), begitu juga di daerah Spiti-Niti (Krishna dr., 1982). Keadaan ini tidak begitu di Kepulauan Misool karena endapannya terlihat menerus.

### Jenjang *Callovian*

Nama jenjang *Callovian* ini berasal dari Kellaway's, Inggris yang batas bawahnya ditandai oleh munculnya *Macrocephalites macrocephalus* dan batas atasnya ditandai oleh pemunculan akhir *Quenstedtoceras lamberti*. Lapisan jenis (*stratotype*) jenjang ini sampai sekarang belum ditentukan (Harland dr., 1989).

Ditemukannya amonit *Coffatia* di bagian bawah Formasi Jefbie mencirikan keberadaan jenjang *Callovian* Awal ini di Kepulauan Misool. Pemunculan belemnit *Belemnopsis persulcata* di lokasi yang sama mendukung pendapat ini (Challinor, 1989b). Di atas *B. persulcata* dijumpai *Conodicoelites abadi* pertama kali berumur *Callovian* sampai *Oxfordian* Awal yang kemudian diikuti oleh pemunculan *Dicoelites rotundus* (*Callovian*) dan *Belemnopsis wanneri* (*Callovian* Akhir sampai *Oxfordian* Awal). Fosil-fosil belemnit ini di Kepulauan Misool muncul pertama kali pada *Callovian* Awal sampai Kapur Awal. Kisaran umur individu marga belemnit ini sangat penting dalam penelitian biozona apabila fosil lainnya tidak ditemukan. Pemunculan awal *Belemnopsis wanneri* di dalam Formasi Yefbie menentukan batas atas jenjang *Callovian* ini di Misool. Di bagian atas jenjang ini ditemukan *Hibolites cf. ingens* yang berumur *Callovian* Akhir sampai *Oxfordian* Awal.

## JURA AKHIR

### Oxfordian

Jenjang ini berasal dari Oxford, Inggris, yaitu dari tebing Teluk Cornelain, tenggara Scarborough, Yorkshire. Lokasi ini lebih baik daripada lapisan marga dari pantai Auberville, Normandy, Perancis (Harland dr., 1989). Batas bawah jenjang ini dicirikan oleh pemunculan awal *Quenstedtoceras marie* dan batas atasnya oleh pemunculan akhir *Amoeboceras rosenkrantzi*.

Belemnit *Belemnopsis moluccana* yang ditemukan di Kepulauan Misool berumur *Oxfordian* sampai *Kimmeridgian* Awal (Challinor, 1989a) dan pemunculan akhir *Hibolites cf. ingens* menandai batas bawah jenjang *Oxfordian*. Batas bawah jenjang ini juga ditandai oleh munculnya *Hibolites quadratus*, *Hibolites longiscissus*, dan *Demubelus weberi* dengan bivalvia *Praebuchia cf. orientalis*. *Praebuchia cf. orientalis* ini berumur *Callovian* Akhir sampai *Oxfordian* Awal di Siberia bagian utara (Zakharov, 1981).

Jenjang *Oxfordian* Atas dicirikan oleh ditemukannya *Praebuchia cf. kirghisensis* yang berumur *Oxfordian* Akhir di Siberia bagian utara (Surlyk dan Zakharov, 1982). Batas atasnya ditandai oleh pemunculan akhir *Hibolites boloides* dan *Hibolites longiscissus*.

Keberadaan fosil dinoflagelata seperti *Broomea ramosa*, *Pyxidiella pandora*, *Scriniodinium ceratophorum*, *Scriniodinium crystallinum* dan *Wanea* spp. (termasuk *Wanea spectabilis*) dimasukkan ke dalam Zona *Wanea spectabilis* (Helby dr., 1987) yang berarti berumur *Oxfordian*.

### Jenjang *Kimmeridgian*

Nama jenjang ini berasal dari daerah Kimmeridge, Dorset, Inggris. Batas bawah jenjang ini dicirikan oleh munculnya *Pictonia baylei* dan batas atasnya oleh pemunculan akhir *Aulacostephanus autissiodorensis*. Harland dr. (1982) merevisi jejang ini yang beranggapan, bahwa jenjang *Kimmeridgian* hanya dibatasi pada *Kimmeridgian* Awal, sedangkan *Kimmeridgian* Tengah dan Atas dimasukkannya ke dalam jenjang *Tithonian* yang lebih muda.

Di Kepulauan Misool tidak ada fosil amonit ditemukan yang menandai jenjang *Kimmeridgian* ini. Fosil dinoflagelata yang ditemukan di bagian bawah Formasi Lelinta mengandung *Scriniodinium galeritum*, *Scriniodinium crystallinum*, *Scriniodinium ceratophorum*, *Pyxidiella pandora*, dan *Wanea clathrata* yang menunjukkan umur *Kimmeridgian* (Helby dan Hasibuan, 1988). Di Australia, Zona *Wanea clathrata* berkisar dari *Oxfordian* Awal sampai *Kimmeridgian* (Helby dr., 1987).

Di Kepulauan Misool, Zona *Wanaea clathrata* berasosiasi dengan elemen amonit yang berumur *Tithonian* Awal sampai Tengah. Dari kumpulan ini dapat disimpulkan, bahwa dinoflagelata mengandung elemen yang lebih muda dan berarti pula sangat dekat dengan batas antara jenjang *Kimmeridgian* dan *Tithonian* (Helby dan Hasibuan, 1988; Challinor, 1989b).

### Jenjang *Tithonian*

Nama *Tithonian* berasal dari Tithon, putra Laomedon dari Troy, suami dari Dewi Eos (Aurora), "Dewi Fajar". Jenjang ini diusulkan oleh Opper (1865), walaupun lapisan jenisnya belum ditentukan (Harland dr, 1982).

Batas bawah jenjang *Tithonian* di Kepulauan Misool dicirikan oleh keterdapatannya *Aulacosphinctoides*, *Kossmatia*, dan *Paraboliceras*, sedangkan batas atasnya dicirikan oleh adanya *Uhligites*, *Kossmatia*, dan *Berriasella*.

*Aulacosphinctoides* diketahui berumur *Tithonian* Awal, *Kossmatia* ditemukan juga berumur *Kimmeridgian* di dalam lapisan di tempat lain, sedangkan *Paraboliceras* berumur *Tithonian* Akhir (Uhlig, 1910; Arkell, 1956; Helby dr., 1988). Jenjang *Tithonian* Awal di Kepulauan Misool ditandai juga oleh keterdapatannya *Cribooperidinium perforans* yang berasosiasi dengan bivalvia *Retroceramus galoi* dan *Retroceramus subhaasti*.

Fosil belemnit *Belemnopsis galoi* muncul pertama kali pada alas jenjang *Tithonian* (Challinor, 1989a). *Bivalvia Retroceramus haasti* dan *Malayomaorica malayomaorica* di Kepulauan Misool berumur *Tithonian* Awal. Challinor dan Skwarko (1982) beranggapan juga bahwa batas bawah jenjang berada pada pemunculan awal *Belemnopsis stolleyi*. Fosil yang berumur *Tithonian* akhir antara lain *Australobuchia subspitiensis*, *Australobuchia subpallasi*, *Malayomaorica misolica* dan *Hibolithes* sp. A Challinor.

Fosil dinoflagelata yang menunjukkan umur *Tithonian* Awal ditunjukkan oleh adanya marga *Belodinium dysculum*, *Carnavonidinium morgani*, *Egmontodinium torynum*, *Peridictyocysta mirabila*, *Cribooperidinium plexus*, dan *Xenicodinium densispinum* tanpa *Omatia montgomeryi* dan *Herendeena pisciformis* termasuk ke dalam *Fromea cylindrica Superzone* atau *Cribooperidinium perforans Zone* dari Helby dr. (1987) (Helby dan Hasibuan, 1988). Flora berumur *Tithonian* Akhir

ditunjukkan oleh asosiasi *Omatia montgomeryi*, *Herendeena pisciformis*, *Komewuia glabra* yang termasuk ke dalam *Dingodinium jurassicum Zone* (Helby dan Hasibuan, 1988).

### KORELASI BIOSTRATIGRAFI

Fauna dari Kepulauan Misool merupakan asosiasi transisi antara Kepulauan Sula dan Kepulauan Buru-Seram (Wanner, 1931). Di Kepulauan Misool ini seperti juga di Kepulauan Sula dan Kepulauan Buru-Seram tidak ditemukan adanya ketidakselarasan antara Jura dan Kapur (Umbgrove, 1938; Froidevaux, 1974; Arkell, 1956). Keberadaan *Grammoceras*, *Haugia*, *Dumortieria* dan sebagainya sangat mirip dengan marga-marga yang ditemukan di Eropa.

Hikuroa dan Grant-Mackie (2008) melakukan revisi dan pembedaan marga *Buchia* di belahan utara dan selatan bumi. Di bagian selatan marga *Buchia* disebut sebagai *Australobuchia*, sedangkan di utara masih *Buchia*. Dalam penelitian ini penulis selanjutnya menggunakan *Australobuchia* sebagai pengganti *Buchia* dimana diperlukan.

#### a. Korelasi Interregional Jura

##### Korelasi dengan Kepulauan Sula

Kepulauan Misool dan Kepulauan Sula menghasilkan korelasi yang sangat baik (Sato dr., 1978; Westermann dr., 1978; Westermann dan Calomon, 1988). Korelasi sering dilakukan berdasarkan fosil amonit, walaupun di beberapa bagian didasarkan pada fosil bivalvia apabila fosil amonit tidak ditemukan. Fosil amonit di Kepulauan Sula lebih beranekaragam dibandingkan dengan yang di Kepulauan Misool, terutama di zaman Jura Tengah. Biostratigrafi Kepulauan Sula berdasarkan amonit lebih pasti, kecuali pada umur *Toarcian* sampai *Bajocian*. Di samping itu juga, biostratigrafi bagian paling atas *Callovian* dan bagian bawah *Oxfordian* tidak ditemukan di Kepulauan Sula.

*Malayomaorica malayomaorica* dengan *Retroceramus haasti* di Kepulauan Sula berumur *Tithonian* Awal sampai Tengah, sedangkan di Kepulauan Misool ditemukan hanya pada horizon yang berumur *Tithonian* Tengah. Di Kepulauan Sula, *Retroceramus galoi* dan *Retroceramus subhaasti* berumur *Oxfordian* Akhir sampai *Kimmeridgian* Akhir, sedangkan di Kepulauan Misool *Retroceramus subhaasti* hanya pada lapisan yang berumur *Tithonian* Awal.

**Korelasi dengan Papua**

*Fontannesia killiani* dari Papua Tengah berumur *Bajocian* Awal begitu juga di Kepulauan Misool (Westermann dan Getty, 1970).

**Korelasi dengan Pulau Babar**

Wandel (1936) mengkorelasikan lapisan yang mengandung *Harpoceras* dari Formasi Yefbie di Kepulauan Misool dengan fauna zaman Jura Awal bagian akhir dari Pulau Babar dan Kepulauan Sula.

**Korelasi dengan Pulau Timor**

Keterdapatannya *Grammoceras timorensis* (Wanner, 1922) di Timor pada zaman Jura Awal dapat dikorelasikan dengan bagian bawah Formasi Yefbie di Kepulauan Misool. *Malayomaorica malayomaorica* dan *Retroceramus cf. haasti* dari Timor oleh Wanner (1922) dianggap berumur *Oxfordian* Akhir, sedangkan di Kepulauan Misool berumur *Tithonian* Tengah. Amonit *Sphaeroceras* dari Timor yang berumur *Callovian* Awal kemungkinan termasuk ke dalam marga *Satoceras* yang berasal dari Kepulauan Sula yang dideskripsi oleh Westermann dan Calomon (1988).

**b. Korelasi Global**

**Jura Awal**

Gambar 6 memperlihatkan korelasi global Kepulauan Misool dengan wilayah Asia dan Amerika.

**Korelasi dengan Alps dan Eropa**

Korelasi Jura Awal biostratigrafi Kepulauan Misool mirip dengan bagian akhir Jura Awal di Eropa (Soergel, 1913), terutama marga *Harpoceras* spp. yang terbagi menjadi *Haugia* dan *Dumortieria*.

**Jura Tengah**

Arkell (1956) beranggapan bahwa keberadaan jenjang *Aalenian* di Kepulauan Misool berdasarkan amonit harpoceratid. Amonit ini juga dilaporkan ada di Kalimantan oleh Krause (1896), Pulau Babar, dan dari Timor bagian timurlaut oleh Wanner (1931). Arkell juga yakin bahwa stratigrafi Jura Akhir dari Selandia Baru dan Papua Nugini sangat berkaitan baik secara litologi dan paleontologi dengan Serpih Spiti (India), Indonesia, dan Himalaya.

**Korelasi dengan Argentina dan Chili**

Di Manflas, Provinsi Acatama, Argentina keberadaan *Bredya aff. crassornata* yang dilaporkan oleh Westermann dan Ricardi (1979) berumur *Aalenian* mirip sekali dengan *Bredya* dari bagian bawah Formasi Yefbie, Kepulauan Misool. *Fontannesia (?) austroamericana* dari Formasi Puchenque, Mendoza kemungkinan sekali korelatif dengan *Fontannesia killiani* dari Kepulauan Misool. Marga dari Pegunungan Andes ini berumur *Aalenian* Akhir sampai *Bajocian* Awal, sedangkan *Fontannesia killiani* berasosiasi dengan *Witchellia* dan *Pseudotoites* dan berumur *Bajocian* Awal. Oleh karenanya, dapat disimpulkan bahwa setidaknya sebagian Formasi Puchenque dari Argentina-Chili dapat dikorelasikan dengan bagian bawah Formasi Yefbie dari Kepulauan Misool.

UMUR	KEPULAUAN MISOOL	TIBET SELATAN	TIBET UTARA	PAPARAN RUSIA	ARGENTINA/ CHILI	PERU	AMERIKA KANADA	ALASKA SELATAN
CALLOVIAN	<i>Choffatia</i>	Kumpulan <i>Grayiceras</i>	<i>Choffatia Macrocephalites</i>	=Standar Eropa				
BATHONIAN				<i>Amodiscus, Thurammina, Glomospira, Pseudocosmoceras</i>				
BAJOCIAN	Kumpulan <i>Chondoceras</i> <i>Witchellia</i> <i>Fontannesia</i> <i>Pseudotoites</i>	Kumpulan <i>Witchellia</i> <i>Fontannesia</i>	<i>Sonima Dorsetensia</i>	<i>Parkinsonia</i> <i>Garantina</i> <i>Strenoceras</i> <i>Stephanoceras</i> <i>Witchellia</i>	<i>Chondroceras</i> <i>Pseudotoites</i> <i>Fontannesia</i>		<i>Chondroceras obiatum</i>	<i>Witchellia sutneroides</i>
AALENIAN	<i>Bredya</i>				<i>Bredya</i>	<i>Puchenquia</i> <i>Planammatoceras</i> <i>Bredya</i>		
TOARCIAN	<i>Grammoceras</i> <i>Haugia</i> <i>Dumortieria</i>			<i>Pseudogrammoceras</i> <i>Hildoceras</i> <i>Dactyloceras</i>				

Gambar 6. Korelasi global Kepulauan Misool pada zaman akhir Jura Awal sampai Jura Tengah.

Amonit *Chondroceras defonti* berumur mulai dari bagian akhir *Emileia giebeli* sampai Awal Zona *Humphriesianum*, dan *Chondroceras recticostatum* berkisar dari *Pseudotoites singularis* sampai ke puncak Zona *Emileia giebeli* di Argentina-Chili (Westermann dan Riccardi, 1979). Di Kepulauan Misool. *Chondroceras* ditemukan di atas kumpulan *Witchellia-Fontannesia-Pseudotoites* dan diperkirakan termasuk ke dalam Zona *Humphriesianum* (*Bajocian* Awal, seperti di Amerika, Kanada dan Alaska Selatan).

#### Korelasi dengan Australia Barat Laut

Amonit *Harpoceras radians* dan *Harpoceras aalensis* yang dilaporkan oleh Clark (1867) dan Moore (1870) dari Australia Barat kemungkinan dapat dimasukkan ke dalam marga *Fontannesia* yang berumur *Bajocian*. Korelasi langsung antara Formasi Yefbie dari Kepulauan Misool dan Batugamping Newmarracarra, Australia Barat Laut dilakukan berdasarkan kumpulan *Witchellia-Fontannesia-Pseudotoites*.

#### Korelasi dengan Tibet Selatan

Keberadaan kumpulan *Sonninia*, *Witchellia*, *Dorsetensia*, dan *Fontannesia* di Batugamping Langma, Kampadzong, Tibet, dikorelasikan dengan Pamirs dan Australia Barat. Sekarang korelasi dapat dilakukan dengan fauna dari Kepulauan Misool. Kumpulan *Witchellia-Fontannesia* termasuk *Fontannesia killiani* dari Niehnieh, Formasi Hsinghua, Tibet Selatan (Westermann dan Wang, 1988) dapat dikorelasikan langsung dengan bagian bawah Formasi Yefbie dari Kepulauan Misool. Hal yang menarik pada jenjang *Bathonian* baik dari Kepulauan Misool dan Tibet Selatan adalah tidak ditemukannya fosil amonit. Keadaan ini mungkin karena tidak adanya fasies laut pada umur ini atau adanya rumpang pada kedua daerah ini.

Dari data tersebut di atas, amonit zaman Jura Tengah dari daerah Tetis Himalaya (*Tethyan Himalayan*) di Tibet endemis dan hubungannya yang paling dekat adalah dengan Kepulauan Sula dan Papua (Westermann dan Wang, 1988). Penelitian di Kepulauan Misool menunjukkan keadaan yang sama. Jadi Indonesia bagian timur mempunyai provinsi fauna yang sama dengan Tibet bagian selatan, terutama pada umur *Bajocian*.

#### Korelasi dengan Tibet Utara

Ditemukannya *Fontannesia arabica* di Tibet bagian utara menyimpulkan adanya korelasi yang positif dengan Arab bagian tengah dan berumur *Bajocian* Awal (Enay dan Mangold, 1984) dan dengan Kenya (Westermann dan Wang, 1988). Dengan demikian, fauna dari ketiga daerah ini dapat dikorelasikan dengan fauna bagian bawah Formasi Yefbie dari Kepulauan Misool.

*Choffatia* cf. *funata* dari Tibet Utara berumur *Callovian* Awal atau *Calloviense/Gracilis* Zones (Westermann dan Wang, 1988). Anggapan umur *Callovian* Awal ini didukung oleh ditemukannya kumpulan *Choffatia funata-balinensis-madani* dan *Oxycerits* sp. dari tempat yang sama. Di Kepulauan Misool, *Choffatia* juga berumur *Callovian* Awal. Ini berarti bahwa fauna Tibet Utara dan Indonesia bagian timur berhubungan erat dengan provinsi fauna Ethiopia.

#### Korelasi dengan Nepal Tengah

Bagian bawah Formasi Yefbie dari Kepulauan Misool dapat dikorelasikan dengan unit L dari Formasi Bagong, Nepal Tengah (Gradstein drr., 1989) dan dengan bagian bawah Formasi Niehnieh-Hsiungla dari daerah Nyalam (Westermann dan Wang, 1988) yang mempunyai marga yang umum seperti *Witchellia* dan *Fontannesia*.

#### Jura Akhir

Korelasi positif fauna Jura Akhir secara global sudah dilakukan oleh Verma dan Westermann (1973) terutama pada umur *Tithonian* dan *Kimmeridgian* termasuk dengan Indonesia. Gambar 7 memperlihatkan korelasi yang baik antara Kepulauan Misool dengan Antartika, Cekungan Megallanes, Spiti, dan Selandia Baru.

Korelasi yang lebih terperinci antara Kepulauan Misool, Antartika dan Cekungan Magallanes, Serpih Spiti dan Selandia Baru dapat dilakukan terutama berdasarkan bivalvia Buchiidae dan Inoceramidae. Begitu juga korelasi dapat dilakukan antara Kepulauan Misool, Spitzbergen, Amerika Utara, Tibet Selatan, Selandia Baru dan Antartika berdasarkan Buchiidae.

Namun demikian, fauna *Oxfordian* dan *Kimmeridgian* dari Kepulauan Misool berbeda dengan fauna dari Himalaya terutama dengan Formasi Nupra, Thakkola. Tidak ada ditemukan fosil penunjuk untuk umur ini, kecuali adanya *Praebuchia* cf. *orientalis* yang berumur *Oxfordian* Awal di Siberia. Tetapi, Formasi Nupra dapat dibandingkan dengan satuan dari Kutch, Madagaskar, Kepulauan Sula dan Papua (Gradstein dr., 1989), terutama pada umur *Oxfordian* Awal sampai Tengah.

**Korelasi dengan Australia Barat Laut**

*Bivalvia Australobuchia subspitiensis*, *Australobuchia subpallasi*, *Belemnopsis* cf. *alfurica* dan *Belemnopsis* cf. *galoi* yang ditemukan di Australia Barat Laut oleh Teichert (1940) dan Fleming (1958) hidup pada zaman Jura Tengah sampai Akhir. Penelitian ini menunjukkan, bahwa fosil-fosil tersebut di Kepulauan Misool berumur *Tithonian* Akhir.

**Korelasi dengan Serpih Spiti, India**

Kumpulan fauna amonit dari Serpih Spiti, India, terdiri atas *Torquatisphinctes*, *Aulacosphinctoides*,

*Katrolicerias*, *Subdichotomoceras*, *Gymnodiscoceras*, *Aulacosphinctes*, dan *Virgatosphinctes* berumur *Tithonian* Awal. Kumpulan fauna ini oleh Krishna dr. (1982) disebut sebagai *Torquatisphinctes-Aulacosphinctoides Assemblage*. Fauna ini dapat dikorelasikan dengan bagian bawah Formasi Lelinta, walaupun fauna dari Serpih Spiti ini lebih beragam.

Biostratigrafi *Tithonian* Tengah sampai Akhir di Serpih Spiti tidak mempunyai marga yang umum dengan Kepulauan Misool, kecuali *Kossmatia* yang ditemukan pada umur *Tithonian* Tengah di Serpih Spiti. Namun demikian, hubungannya yang lebih dekat ialah dengan Kepulauan Sula yang mempunyai marga umum seperti *Blanfordiceras wallichi*.

**Korelasi dengan Nepal Tengah**

Westermann dan Wang (1988) beranggapan bahwa bagian atas Formasi Lelinta di Kepulauan Misool berhubungan erat dengan bagian atas Formasi Nupra di Nepal Tengah dan berumur *Tithonian* Awal sampai Tengah yang dicirikan oleh *Aulacosphinctoides* dan *Kossmatia*.

	KEPULAUAN MISOOL (Penelitian ini)	ANTARTIKA	CEKUNGAN MAGALLANES	SERPIH SPITI	SELANDIA BARU
		(Thomson, 1982)		(Krishna dkk., 1982)	(Helby dkk., 1988)
TITHONIAN	Atas <i>Berriasella</i> , <i>Uhligites</i> , <i>Kossmatia</i> , <i>M. misolica</i>	<i>Blanfordiceras</i> , <i>Berriasella</i> , <i>Kossmatia</i> , <i>Pterolytoceras</i> , <i>Uhligites</i> , <i>Virgatosphinctes</i> , <i>Aulacosphinctoides</i>	<i>Berriasella</i> , <i>Corangoceras</i> , <i>Virgatosphinctes</i> , <i>Aulacosphinctoides</i> , <i>Aspidoceras</i>	Kumpulan <i>Blanfordiceras</i>	<i>Parabuloceras</i> , <i>Aulacosphinctoides</i> , <i>M. aff. misolica</i>
	Himalayaites, Corangoceras, <i>Aulacosphinctes</i>				
	Tengah <i>R. haasti</i> , <i>M. malayomaonica</i>			Kumpulan <i>Hidrogoceras</i> - <i>Virgatosphinctes</i>	<i>R. haasti</i>
KIMMERIDGIAN	Bawah <i>Aulacosphinctoides</i> , <i>Kossmatia</i> , <i>Parabuloceras</i> , <i>R. subhaasti</i>	<i>Katrolicerias</i> , <i>Subdichotomoceras</i> , <i>Aspidoceras</i> , <i>Torquatisphinctes?</i> , <i>Taramelliceras</i> , <i>Pachysphinctes</i> , <i>Lithacoceras</i> , <i>R. naasti</i> - <i>R. subnaasti</i>	Kumpulan <i>Torquatisphinctes</i> - <i>Aulacosphinctes</i>	<i>R. subhaasti</i>	<i>R. subhaasti</i> <i>M. malayomaonica</i>
	Kumpulan Belemnitida (tidak mengandung amonit)			<i>R. galoi</i>	
OXFORDIAN	<i>Macrophylloceras</i>	<i>Epimayaites</i> , <i>Orthosphinctes (?)</i> , <i>Discosphinctes?</i>			<i>Epimayaites</i> , <i>Epicephalites</i>

Gambar 7. Kolom korelasi Jura Akhir antara Kepulauan Misool dengan Antartika, Cekungan Megallanes, Spiti, dan Selandia Baru.

### Korelasi dengan Tibet Selatan

Bagian atas Formasi Lelinta juga dapat dikorelasikan dengan bagian atas Formasi Shuomo di Tibet Selatan. Kumpulan *Buchia* II termasuk *Buchia rugosa* dan *Buchia piochii* adalah marga yang paling dominan, dengan *Australobuchia blanfordiana*, *Buchia megabeaka*, *Australobuchia pallasi*, *Buchia mosquensis*, *Buchia lindtroemi*, *Buchia cardivolgensis*, *Buchia parapiochii* dan beberapa *Australobuchia spitiensis* (Li dan Grant-Mackie, 1988). Walaupun demikian, marga yang umum yang ditemukan di kedua daerah tersebut ialah *Australobuchia blanfordiana* dan amonit *Uhligites* yang menunjukkan umur *Tithonian* Akhir.

### Korelasi dengan Selandia Baru

Keterdapatan *Malayomaorica malayomaorica* menunjukkan fasies yang khas untuk Indonesia, Sinklin Kawhia dan Kelompok Waipapa di Selandia Baru, begitu juga untuk bagian tenggara Tetis (Tehtys) pada masa *Kimmeridgian* dan *Tithonian*.

Helby dr. (1988) mengenali adanya kesinambungan endapan Jura Akhir mulai dari Tanjung Antartika melalui Kaledonia Baru menuju Indonesia. Endapan ini berhenti pada akhir Jura Akhir sampai Kapur Awal oleh Orogen Rangitata di wilayah Selandia Baru-Kaledonia Baru.

Keterdapatan *Retroceramus galoi* dengan *Epimayaites* di dalam Batupasir Oraka, Kawhia, di Selandia Baru (Helby dr., 1988) membuktikan bahwa umur *Oxfordian* Tengah sampai Akhir seperti di Kepulauan Sula (Westermann dr., 1978). Tetapi, Hudson (1983) menyebutkan bahwa *Retroceramus galoi* tersebar luas di Selandia Baru berumur *Kimmeridgian*. Adanya dinoflagelata *Wanaea digitata* dan *Wanaea spectabilis* di dalam Batupasir Oraka dan Formasi Ohineruru di Selandia Baru (Helby dr., 1988) mengindikasikan bahwa satuan-satuan tersebut dapat dikorelasikan dengan Formasi Demu di Kepulauan Misool.

Di Selandia Baru *Retroceramus galoi* ditemukan 3 m di bawah lapisan *Epimayaites* (Helby dr., 1988). Ini berarti ada jenjang *Callovian* di lokasi ini (Harrington, 1961). Umur *Retroceramus galoi* menurut Crame (1982b) berkisar mulai dari *Oxfordian* Tengah sampai *Tithonian* Awal. Di Kepulauan Misool umur marga ini *Tithonian* Awal.

Di dalam *Captain King's Shellbed (Kimmeridgian)* *Retroceramus galoi* ditemukan bersama *Malayomaorica malayomaorica*. Crame (1983) berpendapat bahwa di tempat lain fauna ini berumur *Kimmeridgian* sampai *Tithonian* Awal.

Di Kepulauan Sula *Retroceramus subhaasti* dan *Retroceramus galoi* ditemukan bersama *Perisphinctes* dan dianggap berumur mulai dari *Oxfordian* Tengah sampai *Kimmeridgian* (Sato dr., 1978). *Retroceramus haasti* tidak pernah ditemukan bersama dengan *Perisphinctes* (Crame, 1982b). Kumpulan fauna *Paraboliceras*, *Kossmatia*, dan *Uhligites* di dalam Batulanau Kinohaku, Selandia Baru menunjukkan umur *Tithonian* Akhir dan dapat dikorelasikan dengan bagian atas Formasi Lelinta di Kepulauan Misool.

Pada mulanya jenjang *Tithonian* Bawah dipercayai tidak ditemukan di Selandia Baru (Enay, 1972; Verma dan Westermann, 1973; Stevens dan Speden, 1978). Pada penelitian yang dilakukan oleh Helby dr. (1988) disebutkan bahwa suatu zona di bawah Zona *Omatia montgomeryi* dan di atas Zona *Dingodinium swanense* dapat disamakan dengan alas *Tithonian*, yaitu Zona *Criboperidinium perforans*.

Secara umum, Formasi Lelinta dapat dikorelasikan dengan sebagian dari Kelompok Kirikiri (Batupasir Kiwi)-Kelompok Ahuahu-Kelompok Owhiro (Fleming dan Kear, 1960) dari daerah Kawhia, Selandia Baru, yang berumur *Tithonian*.

### Korelasi dengan Antartika

Korelasi biostratigrafi antara Indonesia dan Antartika dapat dilakukan dengan lebih mudah dibandingkan korelasi dengan Himalaya dan Patagonia. Fosil-fosil penunjuknya antara lain adalah *Malayomaorica malayomaorica*, dan kelompok *Retroceramus galoi-Retroceramus haasti*. Kelompok ini tersebar sangat luas di sekeliling tepian benua *Gondwana* (Quilty, 1982; Crame, 1982a,b; Hayami, 1984).

Fosil-fosil amonit yang berumur *Oxfordian* dari Antartika kemungkinan berbeda dengan fosil *Oxfordian* *Macrophyloceras* dari Kepulauan Misool. *Epimayaites* ditemukan di Antartika, Selandia Baru dan Kepulauan Sula, tetapi tidak ada di Kepulauan Misool, dan ini menyebabkan korelasi untuk jenjang ini sulit dilakukan.

Jenjang Kimmeridgian di Antartika ditandai oleh keterdapatan *Katroliceras* dan *Subplanites* (Thomson, 1982) dan didukung oleh kumpulan *Retroceramus haasti* dan *Retroceramus subhaasti* (Thomson, 1979). Namun demikian Thomson (1982) meragukan sebagai terbatas pada *Kimmeridgian* saja karena selain itu ditemukan juga *Taramelliceras*, *Lithacoceras*, dan *Torquatisphinctes* yang juga dapat disimpulkan berumur Tithonian. Penelitian ini menyimpulkan bahwa *Retroceramus haasti*, *Retroceramus galoi*, dan *Retroceramus subhaasti*, berumur Tithonian di Kepulauan Misool dan ditemukan bersama *Aulacosphinctoides*, *Kossmatia*, dan *Parabolliceras*. Umur *Katroliceras* adalah Tithonian Awal dengan *Torquatisphinctes*, *Pachysphinctes*, *Subplanites* dan *Aulacosphinctoides* (Krishna dr., 1982; Thomson, 1983). *Torquatisphinctes* dan *Lithacoceras* yang dilaporkan oleh Thomson (1982, 1983) dari Antartika kemungkinan masing-masing marga *Aulacosphinctoides* dan *Kossmatia*, dan tidak ada ditemukan amonit *Kimmeridgian* seperti di Kepulauan Misool dan di Himalaya.

Fauna amonit yang berumur Tithonian seperti *Virgatosphinctes*, *Berriassella subprivasensis*, *Kossmatia* dan *Blanfordiceras* ditemukan juga di Amerika Selatan bagian tengah, Himalaya dan Madagaskar (Thomson, 1982). Semua fauna ini dapat dikorelasikan dengan bagian atas Formasi Lelinta di Kepulauan Misool. Fauna Tithonian lainnya dari Tanjung Antartika dan Cekungan Magallanes di Patagonia dapat dikorelasikan dengan fauna dari Kepulauan Misool dengan fauna yang sama seperti *Aulacosphinctoides* dan *Berriassella*.

Amonit *Kossmatia* dari Antartika mirip dengan spesimen dari Kepulauan Misool, dan kemungkinan marga *Kossmatia tenuistriata*, yaitu marga penunjuk untuk umur Tithonian Akhir. Bagian atas Formasi Lelinta dari Kepulauan Misool dapat dikorelasikan dengan Formasi Latady dari Pantai Orville, ujung selatan Tanjung Antartika, paling tidak bagian paling atasnya. *Kossmatia* ditemukan bersama *Retroceramus subhaasti* di Kepulauan Misool dan di Antartika menunjukkan umur Tithonian Tengah sampai Akhir, tetapi kumpulan belemnit dan bivalvia menyimpulkan kemungkinan berkisar dari *Kimmeridgian* sampai Tithonian Akhir (Thomson 1975; Crame, 1982).

## DISKUSI

Dari data di atas, pengendapan pada zaman Jura baru terjadi setelah pemisahan Kepulauan Misool dengan Papua dari Gondwana pada umur *Toarcian*. Pengendapan ini menerus sampai pada zaman Kapur. Westerman dan Wang (1988) menyimpulkan bahwa posisi Kepulauan Misool bersama Tibet pada zaman Jura Tengah sampai Akhir berada pada pantai utara benua Gondwana (*Indo-Australian Plate*) di bagian selatan Laut Tetis (*Tethys*).

Berdasarkan kumpulan fauna, diketahui bahwa Formasi Yefbie yang menindih Formasi Bogal (Trias) secara tidak selaras menunjukkan adanya transgresi pada jenjang *Toarcian*. Ketidakselarasan ini adalah pemberaian (*breakup*) yang juga dapat diamati di daerah lain seperti di Seram, Buton, dan Banggai Sula (Pigram dan Panggabean, 1984). Pengendapan terus berlangsung sampai jenjang *Callovian*. Pengayaan fosil di bagian bawah menunjukkan pengendapan terjadi pada paparan benua (*continental shelf*). Transgresi berlangsung terus sampai jenjang *Oxfordian* Akhir seperti terlihat pada Formasi Demu (batugamping laut dalam). Pengendapan pada jenjang *Oxfordian* Akhir sampai Tithonian terjadi pada lingkungan laut yang lebih tenang (*low energy*) di sekitar paparan benua (*continental shelf*). Keterdapatan perisphinctid amonit menunjukkan lingkungan neritik (Westermann, 1989).

Munculnya fauna Jura pada jenjang *Toarcian* merupakan hasil transgresi yang menyebabkan marga-marga *Grammoceras*, *Haugia*, dan *Durmortieria* dengan jumlah sembilan marga moluska dan merupakan marga Eropa memasuki Kepulauan Misool.

Pada jenjang *Aalenian* sampai *Bajocian* keragaman fauna sangat tinggi seperti amonit, bivalvia, gastropoda, dan sedikit brachiopoda yang merupakan lanjutan transgresi jenjang *Toarcian* menghasilkan 15 marga moluska. Fauna *Aalenian* sampai *Bajocian* ini mirip dengan fauna dari wilayah Argentina, Australia Barat Laut dan Tibet yang berarti adanya hubungan laut dengan wilayah-wilayah tersebut.

Pada jenjang *Bathonian* tidak ditemukan fosil amonit di Kepulauan Misool. Keadaan ini mirip dengan wilayah Himalaya yang disebabkan karena kesamaan lingkungan pada kedua wilayah ini. Pada jenjang ini tidak terlihat transgresi sehingga tidak memungkinkan adanya migrasi amonit pada kedua daerah ini.

Pada jenjang *Callovian* dikenali empat marga moluska dengan sedikit amonit yaitu *Choffatia* dan *belemnit* yang menunjukkan lingkungan laut terbuka. Pada jenjang ini sangat sedikit ditemukan bivalvia, hal ini mungkin disebabkan karena lingkungan pengendapan yang secara lokal tidak cocok, yaitu terlalu dalam (berdasarkan marga endapan batuan).

Transgresi terus berlanjut pada jenjang *Oxfordian* yang didominasi oleh fosil *belemnit* dan sedikit bivalvia. Transgresi ini menyebabkan migrasi *Praebuchia* dari Asia Utara yaitu Siberia walaupun hanya sedikit.

Jenjang *Kimmeridgian* juga tidak diwakili oleh amonit. Keadaan ini karena lingkungan pengendapan yang tidak memungkinkan seperti juga di Himalaya (wilayah Zanskar dan Spiti-Niti).

Pada jenjang *Tithonian* ada dua puncak transgresi yang diamati yaitu *Tithonian* Awal dan Tengah. Fauna yang ditemukan seperti amonit, inoceramid dengan jumlah sekitar sebelas marga. Pada *Tithonian* Akhir, transgresi ditandai oleh keterdapatkan *Buchia*, amonit dan *belemnit* dengan jumlah lima marga. *Buchia* merupakan marga Asia Utara (misalnya Siberia) yang bermigrasi ke Kepulauan Misool. Regresi di antara kedua transgresi tersebut ditandai oleh keterdapatkan lapisan kaya fosil (*Retroceramus haasti*, *Malayomaorica malayomaorica*, *belemnit*). Pada jenjang ini lingkungan pengendapan berupa laut berenergi sedang (*moderate energy regime*), tetapi merupakan laut terbuka yang diindikasikan oleh keterdapatkan *belemnit*.

## KESIMPULAN

- Formasi Yefbie bagian bawah dan Formasi Lelinta kaya akan makro fosil dibandingkan dengan formasi-formasi zaman Jura lainnya di Kepulauan Misool.
- Fosil-fosil yang berumur Aalenian sampai *Bajocian* yang ditemukan di bagian bawah Formasi Yefbie mempunyai kesamaan yang dekat dengan fauna dari Alaska Utara, Argentina/Chili, Australia Barat Laut, Tibet Selatan dan Tibet Utara seperti juga dengan Papua berdasarkan amonit *Bredya*, *Fontannesia kiliani* dan *Witchellia*.
- Pada jenjang *Bathonian* fosil amonit tidak ditemukan di Kepulauan Misool seperti juga di Himalaya. Keadaan ini kemungkinan karena tidak terjadinya transgresi di kedua daerah ini sehingga amonit tidak dapat bermigrasi.
- Fosil *belemnit* yang berumur *Callovian* dapat dijadikan pembagian beberapa *zonabio* (biohorizons).
- Keterdapatkan *Praebuchia* pada jenjang *Oxfordian* Akhir membuktikan adanya hubungan laut mulai dari Siberia Utara menuju Kepulauan Misool.
- Pada jenjang *Tithonian*, marga *Buchiid* mendominasi kandungan fauna Formasi Lelinta bagian atas. *Buchiid* ini diperkirakan dapat hidup pada lingkungan laut dangkal atau pun dalam.
- Fauna Kepulauan Misool pada zaman Jura lebih dipengaruhi oleh transgresi dan regresi yang dapat dibuktikan dengan turun naiknya muka laut di daerah ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi, yang telah mengizinkan makalah ini dipublikasikan. Terima kasih juga disampaikan kepada para rekan di Laboratorium Paleontologi yang telah banyak membantu penyiapan makalah, sehingga data yang terkumpul memadai untuk ditulis.

## ACUAN

- Arkell, W.L., 1933. *The Jurassic System in Great Britain*. Oxford, Clarendon Press.: 681 pp.
- Arkell, W.L., 1946. Standard of the European Jurassic. *Geol. Soc. Am. Bull.* 57: 1-34..
- Arkell, W.L., 1956 - Jurassic geology of the world. Oliver & Boyd, Edinburgh
- Broili, F., 1924 - Zur Geologie des Vogelkop (N.W. Neu-Guinea). *Wet. Meded. Dienst Minjb. Ned. Oost-Ind.*, 1, 1-15, 2 Taf.
- Buckman, S.S., 1887-1907. Monograph of the ammonite of the Inferior Oolite Series. *Palaeontogr. Soc. London*: 45 pp.
- Challinor, A.B., 1989a. The succession of Belemnopsis in the Late Jurassic of Eastern Indonesia. *Paleont.* 32(3): 571-596.
- Challinor, A.B., 1989b. Jurassic and Cretaceous Belemnitida of Misool Archipelago, Irian Jaya, Indonesia. *Geol. Res. Dev. Centre Spec. Publ.* 9.
- Challinor, A.B. dan Skwarko, S.K., 1982. Jurassic belemnites from Sula Islands, Moluccas, Indonesia. *Geol. Res. Dev. Centre Pal. Ser.* 3.
- Clark, C., 1867. Marine fossilifer, secondary formations in South Australia. *Quart. Journ.* 5:53.
- Crame, J.A., 1982a. Late Mesozoic bivalve biostratigraphy of the Antarctic Peninsula region. *J. Geol. Soc. London* 139: 771-778.
- Crame, J.A., 1982b. Late Jurassic inoceramid bivalves from the Antarctic Peninsula and their stratigraphic use. *Paleont.* 25(3): 555-603.
- Crame, J.A., 1983. The occurrence of the Upper Jurassic bivalve *Malayomaorica malayomaorica* (Krumbeck) on the Orville Coast, Antarctica. *J. Moll. Stud.* 49: 61-76.
- D'Orbigny, A., 1849-1852. *Cours élèmentaire de Paléontologie et de Gèologie Stratigraphique*. Paris: 847 pp.
- Enay, R., 1972. Paléobiogéographic des Ammonites du Jurassique terminal (Tithonique/Volgien/Portlanden, s.l.) et mobilité continentale. *C. R. Séan Geol. Soc. France* 46 : 165-167.
- Enay, R. dan Mangold, C., 1984. The ammonite succession from Toarcian to Kimmeridgian in Saudi Arabia. Correlation with the European fauna. *Int. Symp. J. Strat. Erlangen* 3: 642-651.
- Fleming, C.A., 1958. Upper Jurassic Fossils and Hydrocarbon Traces from the Cheviot Hills, North Canterbury. *N.Z. J. Geol. & Geophys.* 1(2), 375-394, 16 Text-Figs.
- Fleming, C.A. dan Kear, D., 1960. The Upper Jurassic sequence of Kawhia, New Zealand, (Kawhia Sheet, N73). *Bull. Geol. Surv. N. Z.* 67: 50 pp.
- Froidevaux, C.M., 1974. Geology of Misool Island (Irian Jaya) Indonesia. *Petrol. Ass. Proc.* 3rd Ann. Conv.: 189-194.
- Gradstein, F.M., Gibling, M.R., Jansa, L.F., Kaminski, M.A., Ogg, J.G./, Sarti, M., Thurow, J.W., Von Rad, U., dan Westermann, G.E.G., 1989. Mesozoic Stratigraphy of Thakkhola, Central Nepal. *Lost Ocean Expedition. Spec. Rep.* 1, Centre of Marine Geol. Dalhousie Univ. Halifax, Nova Scotia, B3H 3J5, Canada.
- Harrington, H.J., 1961. Geology of parts of Antofagusta and Atacama Provinces, northern Chile. *Bull. Am. Ass. Petrol. Assoc.* 13rd.
- Harland, W.B., Armstrong, R.L., Cox, A.V., Craig, L.E., Smith, A.G., dan Smith, A.G., 1989. A geologic time scale. *Cambridge Univ. Press. London, N.Y., New Rochelle, Melbourne, Sydney.*
- Hasibuan, F., 1991. Mesozoic Stratigraphy and Paleontology of Misool Archipelago, Indonesia. Ph.D. Thesis, University of Auckland, New Zealand.

- Hasibuan, F. dan Grant-Mackie, J.A., 2007. Triassic and Jurassic Gastropods from The Misool Archipelago, Eastern Indonesia. *Jurnal Sumber Daya Geologi* XVII(4):257-272.
- Hayami, I., 1984. Jurassic marine bivalve fauna and biogeography in southeast Asia. *In: Geol. Pal. S.E. Asia* 25: 229-237. (Kobayashi, T., Toriyama, R., and Hashimoto, W. eds.), Univ. Tokyo.
- Helby, R., Morgan, R., dan Partidge, A.D., 1987. A palynological zonation of the Australian Mesozoic. *Mem. Ass. Australa. Paleontol.* 4: 1-94.
- Helby, R. dan Hasibuan, F., 1988. A Jurassic Dinoflagellate Sequence from Misool, Indonesia. *7th Intern. Palynol. Congr.* Brisbane.
- Helby, R., Wilson, G.J., dan Grant-Mackie, J.A., 1988. A preliminary biostratigraphic study of Mid to Late Jurassic dinoflagellate assemblages from Kawhia, New Zealand. *Assoc. Austral. Paleont. Mem.* 6.
- Hikuroa, D. dan Grant-Mackie, J.A., 2008. New species of Late Jurassic Australobuchia (Bivalvia) from the Murihiku Terrane, Port Waikato-Kawhia region, New Zealand. *Alcheringa* 32: 73-98.
- Hudson, N., 1983. Stratigraphy of the Ururoan, Temaikan and Heterian Stages: Kawhia Harbour to Awakino Gorge, south-west Auckland. Unpubl. M.Sc. Thesis, Univ. of Auckland: 168 pp.
- Jadoul, F., Fois, E., Tintori, A., dan Garzanti, E., 1983. Preliminary result on Jurassic stratigraphy in Zanskar (N.W. Himalaya). *Comp. Rend. Soc. Geol. Ital* 8: 9-13.
- Krause, P.G., 1896. Ueber Lias von Borneo. *Jb. Van het Mijl. In Ned. Oost.-Indie* 25e jan. p28: und *Saml. Geol. Reichs. Mus. Leiden* (I)V: 154 pp.
- Krishna, J.K., Kumar, V.S., dan Singh, I.B., 1982. Ammonoid stratigraphy of the Spiti Shale (Upper Jurassic), Tethys Himalaya, India. *N. Jb. Geol. Paleont.* 10: 580-592.
- Li, X. dan Grant-Mackie, J.A., 1988. Upper Jurassic and Lower Cretaceous Buchia (Bivalvia) from southern Tibet and some wider consideration. *Alcheringa* 12: 249-268.
- Moore, C.H., 1870. Australian Mesozoic Geology and Paleontology. *Quart. Journ.* 26.
- Oppel, A., 1865. Die tithonische Etage. *Zeitschr. Deutschen Geol. Gesellschaft Band XVII*: 535-558.
- Pigram, C. J. dan Panggabean, H., 1984. Rifting of the Northern Margin of the Australian Continent and the origin of some microcontinents in eastern Indonesia. *Tectonophys.* 107: 331-353.
- Quilty, P.G., 1982. Tectonic and other implications of Middle-Upper Jurassic rocks and marine faunas from Ellsworth Land, Antarctica. *In: Antarctic Geoscience*, (Craddock, C. ed.): 669-678. Univ. Wisconsin Press, Madison, Wisconsin.
- Sato, T., Westermann, G.E.G., Skwarko, S.K., dan Hasibuan, F., 1978. Jurassic biostratigraphy of the Sula Islands, Indonesia. *Bull. Geol. Surv. Indon.*
- Soergel, W., 1913. Lias und Dogger von Jefbie und Fialpopo (Misol Archipel.). *N. Jb. Miner. Geol. Päläont.* 36: 586-650.
- Stevens, G.R. dan Speden, I., 1978. New Zealand. *In: The Phanerozoic geology of the world. The Mesozoic.* (Moullade, A.M. and Nairn, A.E.M. eds.). Elsevier, Amsterdam: 251-328.
- Surlyk, F. dan Zakharov, V.A., 1982. Buchiid bivalves from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of East Greenland. *Paleont.* 25(4): 727-753.
- Teichert, C., 1940. Marine Jurassic of East Indian Affinities at Broome, North Western, Australia. *J. Roy. Soc. W. Aust.* 26: 103-118.
- Thomson, M.R.A., 1975. Upper Jurassic Mollusca from Carse Point, Palmer Land. *Brit. Antarct. Surv. Bull.* 41&42: 31-42.
- Thomson, M.R.A., 1979. Upper Jurassic and Lower Cretaceous ammonites faunas of the Ablation Point area, Alexander Island. *Scie. Rep. Br. Antarc. Surv.* 97: 37 pp.

- Thomson, M.R.A., 1982. A comparison of the ammonite faunas of the Antarctic Peninsula and Magallanes Basin. *J. Geol. Soc. London* 139: 763-770.
- Thomson, M.R.A., 1983. Late Jurassic ammonites from the Orville Coast, Antarctica. *Antarc. Earth Sci. Austr. Acad. Scie.* Canberra and Cambridge Univ. Press. (Oliver, James, Jago ed.).
- Uhlig, V., 1910. Die fauna der Spiti-Schiefer des Himalaya, ihr geologisches Alter und ihre Weltstellung. *Acad. Wiss. Wien, Math.-Naturwiss. Kl. Denkschr. Band* 85: 531-609.
- Umbgrove, L.F.J., 1938. The Geology of the Dutch East Indies. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.* 22: 1-70.
- Verma, H.M. dan Westermann, G.E.G., 1973. The Tithonian (Jurassic) Ammonite Fauna and Stratigraphy of Sierra Catorce, San Luis Potosi, Mexico. *Bull. Am. Pal.* 63(227): 103-320.
- Walker, J.D. dan Geisman, J.W. (compilers), 2009. Geologic Time Scale. <http://www.geosociety.org/science/timescale/timescl.pdf>. 2009
- Wandel, G., 1936. Beiträge zur Kenntnis der Jurassischen Molluskenfauna von Misol, Oost Celebes, Buton, Seram und Jamdena. *N. Jb. Miner. Geol. Paläont.* 7: 447-523.
- Wanner, J., 1922. Mesozoikum (Feestbündel uitgegeven ter Eere van Prof. Dr. K. Martin 1851-1931). *Leids. Geol. Meded.* 5, Leiden.
- Wanner, J., 1931. Mesozoikum. *Leid. Geol. Meded.* 5: 567-609
- Westermann, G.E.G., 1989. New developments in Ecology of Jurassic-Cretaceous ammonoids. *Proc. II Pergola Symp.* 1987. (Tectnostampa, Ostra Vetere, An. Italy).
- Westermann, G.E.G. dan Getty, T.A., 1970. New Middle Jurassic Ammonitina from New Guinea. *Bul. Am. Pal.* 57(256): 231-318.
- Westermann, G.E.G., Sato, T., dan Skwarko, S.K., 1978. Brief report on the Jurassic biostratigraphy of the Sula Islands, Indonesia. *Newsl. Stratigr.* 7(2): 96-101. Berlin, Stuttgart.
- Westermann, G.E.G. dan Riccardi, A.C., 1979. Middle Jurassic ammonites fauna and biochronology of the Argentine-Chilean Andes, Part I. Hildocerataceae. *Paleontogr. A* 140: 1-116; Part II. Bajocian Stephanocerataceae. *Ibid.* 164: 85-188.
- Westermann, G.E.G. dan Wang, Yi-Gang, 1988. Middle Jurassic ammonite of Tibet and the age of the Lower Spiti Shale. *Paleont.* 31(2): 295-339.
- Westermann, G.E.G. dan Callomon, J.H., 1988. The macrocephalitinae and associated Bathonian and Early Callovian (Jurassic) Ammonoids of the Sula Islands and New Guinea. *Palaeontogr. A* 203(1-3): 1-90.
- Zakharov, V.A., 1981. Buchiidae and the biostratigraphy of the boreal Upper Jurassic and Neocomian. (In Russian). *Trudy Inst. Geol. i Geophys., Sibirskoe Otlenei, Akad. Nauk. SSSR.* 458: 271 pp.