

## ANALISIS LINGKUNGAN PENGENDAPAN BATUAN BERUMUR JURA DI KEPULAUAN MISOOL, PAPUA BERDASARKAN FOSIL MAKRO

F. Hasibuan.

Pusat Survei Geologi,  
Jl. Diponegoro No.57 Bandung 40122 E-mail: fauzie@grdc.esdm.go.id

### Sari

Analisis paleoekologi dan sejarah pengendapan batuan berumur Jura-Kapur Awal, *Toarcian- Berrisian* awal, yang tersingkap di pantai tenggara Pulau Misool dan pulau-pulau kecil di sekitarnya dibahas dalam tulisan ini. Fosil makro yang terkandung di dalam batuan dapat membagi batuan di daerah ini menjadi empat satuan biostratigrafi. Satuan ini dari tua ke muda adalah 1. Kumpulan *Bivalvia – Amonit* dengan Subkumpulan *Bositra ornati*, 2. Kumpulan *Belemnit - Bivalvia*, 3. Kumpulan *Amonit – Bivalvia - Belemnit*, dan 4. Kumpulan *Bivalvia - Amonit - Belemnit*.

*Bivalvia* terdapat dalam semua satuan stratigrafi, sedangkan *belemnit* muncul untuk pertama kali pada kala *Callovian* Awal dan menerus sampai Kapur. *Amonit* hanya berperan penting di dalam Kumpulan 1,3 dan 4.

Pada umumnya pengendapan batuan Jura - Kapur Awal di Kepulauan Misool berlangsung pada kisaran paparan benua sampai lereng benua berarus sedang. Subkumpulan *Bositra ornati* menunjukkan adanya suatu lingkungan laut berkadar oksigen rendah dalam waktu singkat pada kala *Aalenian*. Kumpulan fauna juga menunjukkan bahwa posisi purba Kepulauan Misool pada kala Jura - Kapur Awal berada pada pinggir utara benua tua *Gondwana* atau di sekitar pantai selatan Laut *Tethys*.

Kata Kunci : Jura, Kapur Awal, *Toarcian*, *Berrisian* Awal, Misool

### Abstract

*Paleoecological analysis and depositional history of the marine Jurassic to Early Cretaceous, Toarcian - Early Berriasian, strata cropped out at the southeast coast and the islets of Misool are discussed. The macrofossil fauna subdivides the stratigraphy of the areas into 4 assemblages. In stratigraphic ascending order these are 1. Bivalve - Ammonite Assemblage with a Bositra ornate, 2. Belemnite – Bivalve Assemblage 3. Ammonite – Bivalve - Belemnite Assemblage and 4. Bivalve - Ammonite- Belemnite Assemblage.*

*Bivalves occur in the whole section of Toarcian - Berriasian, while belemnite made its first appearance in the Early Callovian time and continued to the Cretaceous. The Ammonite plays an important role and is presented only in Assemblages 1, 3 and 4.*

*The paleoenvironmental deposition of the Jurassic to Early Cretaceous of the Misool Archipelago was likely related to a continental shelf and continental slope of low energy. The presence of a Bositra ornati Sub-assemblage indicates a restricted basinal anoxic condition for a short period in the Aalenian Stage. Paleogeographically, the Misool Archipelago in the Jurassic time was likely located at the northern margin of the Gondwana land or at the southern coast of the Tethyan Sea.*

*Keywords : Jurassic, Early Cretaceous, Toarcian, Early Berriasian, Misool*

### Pendahuluan

Di Indonesia batuan berumur Jura - Kapur tersebar sangat luas. Walaupun demikian, batuan ini banyak ditutupi oleh batuan yang lebih muda (Tersier dan Kuartar).

Adanya batuan berumur Jura - Kapur di Kepulauan Misool sudah diketahui oleh beberapa penulis terdahulu berdasarkan fosil makro yang terkandung didalamnya. Penulis ini antara lain Verbeek, 1900, 1908; Boehm, 1901, 1904a,b, 1910; Martin, 1907; Uhlig, 1910; Wanner 1910a,b, 1931; Soergel, 1913, 1915; Zwierzycki, 1925; Rutten, 1927; Stolley, 1929, 1934; Krumbek, 1934; Umbgrove, 1938; Umbgrove dan Weber, 1935;

Naskah diterima : 18 Maret 2010  
Revisi terakhir : 30 Oktober 2010

Wandel, 1936; Vogler, 1941; Teichert, 1940; Bemmelen, 1949; Arkell, 1956; Marks, 1957; Fleming, 1958,1960; Jeletzky, 1963; Stevens, 1963, 1965a,b; Froidevaux, 1974; Sato, 1975; Hasibuan, 1986, 1987, 2004, 2007, 2008, 2009, 2010a,b; Helby dan Hasibuan, 1988; Kristan-Tollmann dan Hasibuan, 1990; Hasibuan dan Janvier, 1991. Pada umumnya para penulis tersebut membahas paleontologi Kepulauan Misool secara terpisah dan tidak berupa penelitian biostratigrafi secara lengkap.

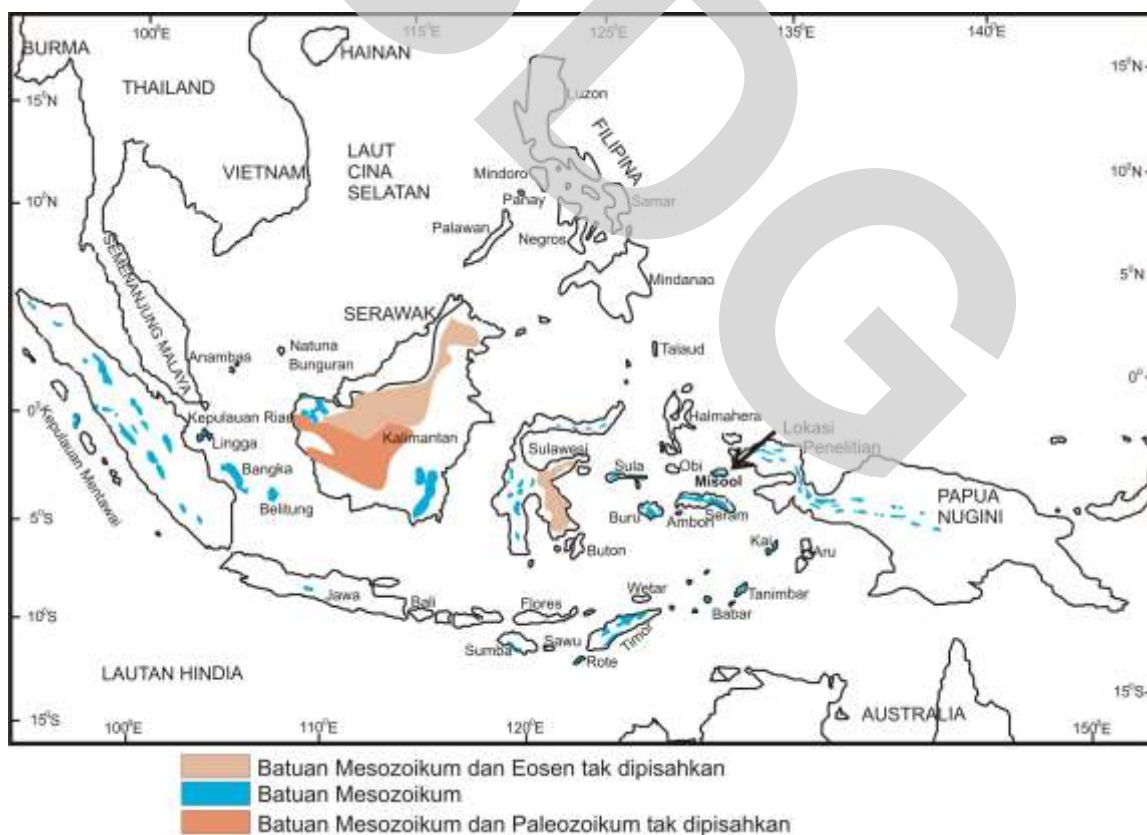
Penulis-penulis seperti Audley-Charles., 1988; Simbolon dr., 1984; Pigram dan Panggabean, 1984; Pigram dr.,1981,1982a,b; Pigram, 1986; Rusmana dr., 1982; Skwarko, 1981; Hasibuan, 1985, 1981; Tjokrosoetro dan Budhitrisona, 1982 membahas hal-hal yang berhubungan dengan korelasi litologi, tektonik, sedimentologi ataupun pemetaan geologi Kepulauan Misool. Penelitian paleontologi sistematis baru dilakukan oleh Challinor, 1989a,b; Challinor dan Skwarko, 1982; Hasibuan, 1991; Hasibuan dan Grant- Mackie (2007).

Tulisan ini membahas lingkungan pengendapan batuan berumur Jura-Kapur Awal yang tersingkap di Kepulauan Misool. Penelitian ini didasarkan pada asosiasi fauna seperti amonit, bivalvia, belemnit dengan tambahan brachiopoda dan dinoflagelata. Makalah oleh Westermann (1989) yang membahas tentang paleoekologi amonit Jura- Kapur banyak membantu interpretasi analisis lingkungan pengendapan yang dilakukan pada penelitian ini.

Dalam penelitian ini penulis membatasi pembahasan pada batuan Jura- Kapur Awal yang tersingkap di Kepulauan Misool. Hal ini disebabkan oleh sudah tersedianya data paleontologi daerah ini (Hasibuan, 1990).

#### Lokasi Daerah Penelitian

Kepulauan Misool terletak di bagian paling barat Provinsi Papua Barat yang merupakan sebuah kepulauan yang banyak dikelilingi oleh pulau-pulau kecil di sekitarnya. Koordinat pulau utama adalah 1°40'26,04"LS – 2°13'51,68"LS dan 129°43'11,17"BT – 130°29'36,86"BT. Peta lokasi dan singkapan batuan yang berumur Mesozoikum dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi Kepulauan Misool dan sebaran batuan Mesozoikum di Indonesia.

## Metode Penelitian

Penelitian ini didasarkan pada kandungan fosil makro yang telah dikumpulkan dalam rangka pemetaan regional daerah tersebut. Dalam penelitian ini penulis telah melakukan analisis lingkungan hidup fosil-fosil tersebut berdasarkan hasil penelitian para penulis terdahulu. Hasil analisis kumpulan fauna yang terdapat di dalam suatu horizon atau beberapa lapisan di dalam suatu formasi dapat merepresentasikan lingkungan pengendapan formasi tersebut. Pertimbangan seperti adanya fosil yang teralih tempatkan tidak digunakan sebagai indikator yang pasti dan dapat diabaikan.

## Geologi dan Stratigrafi Jura di Kepulauan Misool

Umumnya batuan Mesozoikum tersingkap di bagian selatan pulau Misool dan pulau-pulau kecil di selatannya. Gambar 2 memperlihatkan peta geologi batuan Jura, dimana bagian utara didominasi oleh singkapan batuan Tersier. Di sini batu gamping Formasi Bogal berumur Karnian - Rhaetian mengalasi batuan Jura secara tidak selaras seperti terlihat dalam Gambar 3. Secara stratigrafis batuan Jura termasuk ke dalam Kelompok Fageo yang terdiri atas, dari tua kemuda, yakni Formasi Yefbie, Formasi Demu, dan Formasi Lelinta.

Formasi Yefbie terdiri atas batupasir konglomeratan, serpih gampingan, serpih, batugamping berumur *Toarcian - Callovian* Tengah dengan ketebalan sekitar 80m. Satuan ini ditindih secara selaras oleh Formasi Demu dengan ketebalan mencapai 80 m, terdiri atas batugamping pasiran dan tufa berumur *Callovian* Tengah - *Oxfordian* Akhir. Kemudian Formasi Lelinta, setebal sekitar 100 m, menutupi secara selaras Formasi Demu. Satuan ini terdiri atas serpih, serpih pasiran, dan batugamping berumur *Oxfordian* Akhir - *Berriasian* Awal. Formasi Lelinta menjemari dengan Formasi Gamta yang berumur *Berriasian* Awal - *Cenomanian* Tengah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa di Kepulauan Misool batuan Jura terendapkan secara menerus sampai Zaman Kapur (lihat juga Martin, 1907; Umbgrove dan Weber, 1935; Umbgrove, 1938; Arkell, 1956).

Penentuan umur satuan - satuan batuan pada umumnya didasarkan pada kandungan fosil amonit, belemnit, bivalvia yang sebagian didukung oleh fosil dinoflagelata.

Lokasi dan penyebaran percontoh batuan, penyebaran taxa dan lingkungan pengendapan dapat dilihat pada Gambar 4.

## Asosiasi Fauna dan Lingkungan Pengendapan

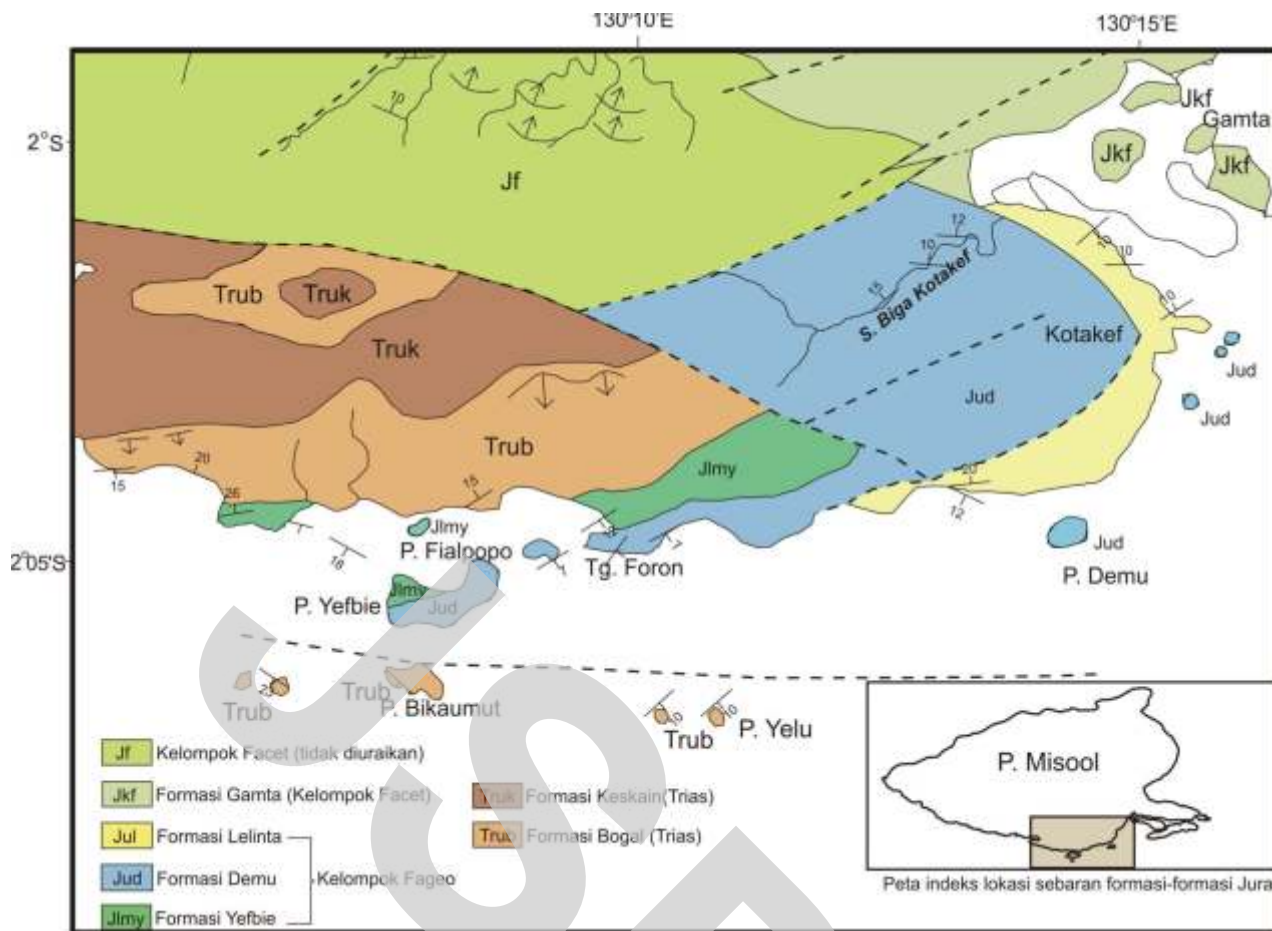
Kumpulan fauna yang terdapat di dalam batuan berumur Jura - Kapur Awal di Kepulauan Misool terdiri atas bivalvia, amonit, belemnit, sedikit brachiopoda dan fosil mikro dinoflagelata. Kumpulan fauna tersebut sangat membantu dalam penentuan umur satuan batuan berumur Jura - Kapur Awal di daerah ini.

Berdasarkan data paleontologi yang ada, pengelompokan fauna dapat dipakai untuk menganalisis lingkungan pengendapan formasi-formasi tempat fauna tersebut ditemukan. Beberapa kelompok fauna seperti amonit, kadang - kadang terkonsentrasi pada suatu lapisan tertentu, sedangkan kelompok lain, misalnya belemnit, dapat ditemukan pada hampir semua batuan Jura - Kapur Awal kecuali pada batuan yang lebih tua dari Jenjang *Callovian*.

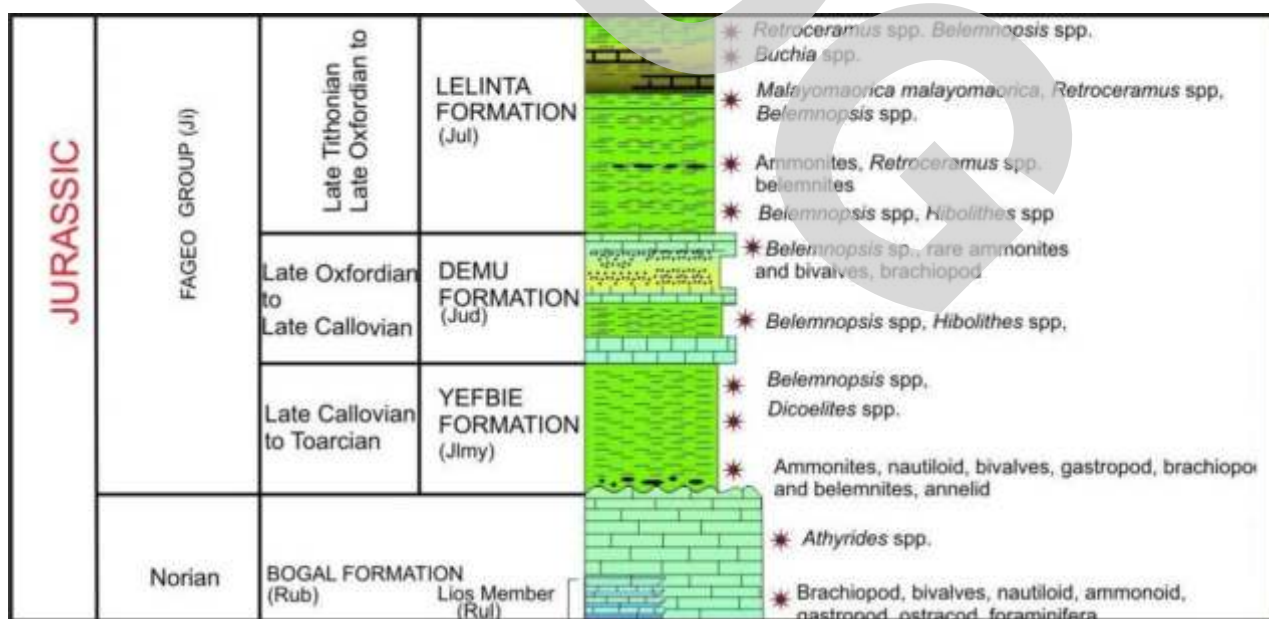
Asosiasi fauna Jura - Kapur Awal di Kepulauan Misool dapat dikelompokkan menjadi empat kumpulan fauna, yaitu:

1. Kumpulan Bivalvia - Amonit dengan Subkumpulan *Bositra ornati*.
2. Kumpulan Belemnit - Bivalvia.
3. Kumpulan Amonit - Bivalvia - Belemnit.
4. Kumpulan Bivalvia - Amonit - Belemnit.

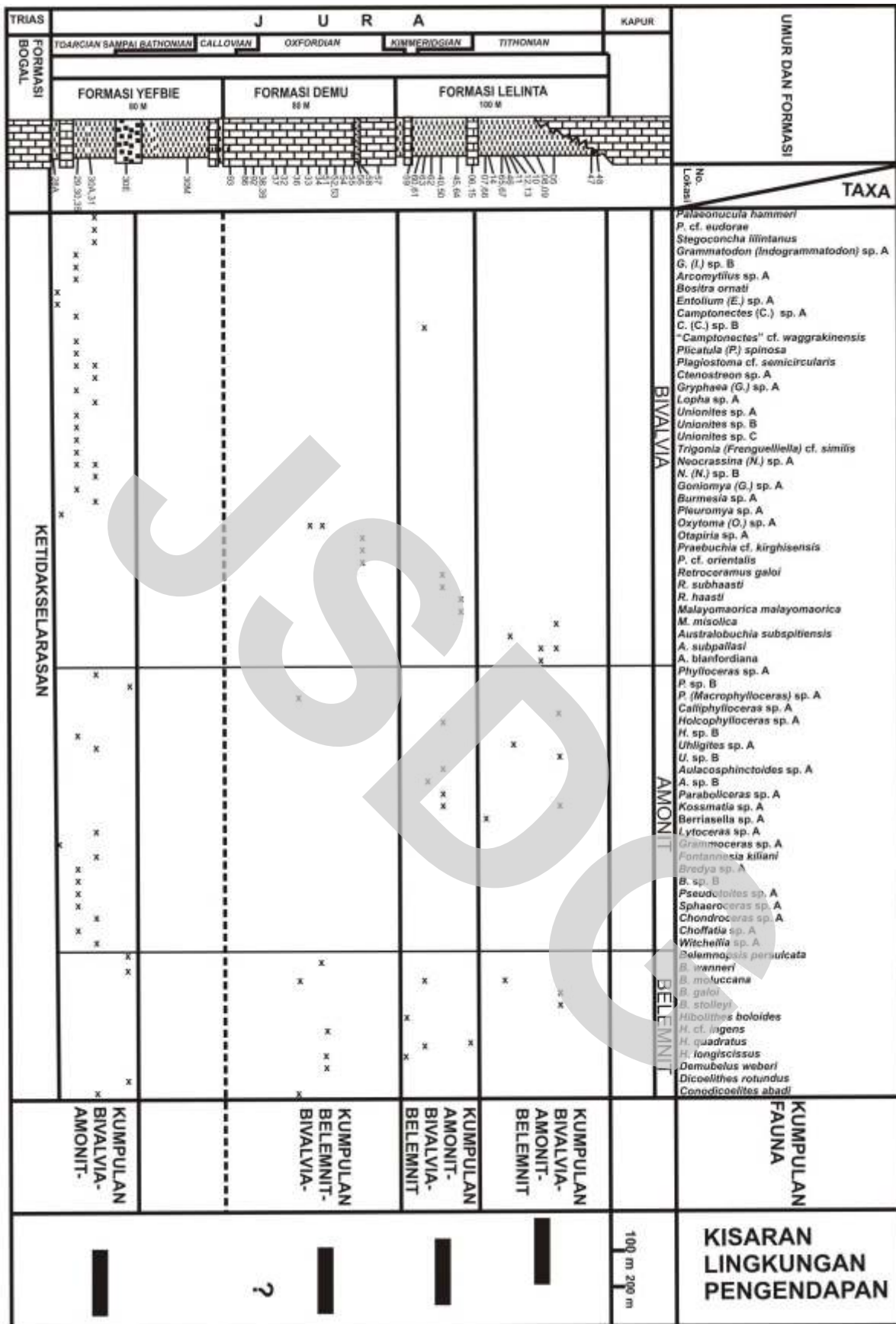
Dalam penamaan, kumpulan yang disebut pertama kali merupakan fauna yang lebih dominan dibandingkan dengan kelompok berikutnya. Kenyataan menunjukkan, bahwa penamaan kumpulan tersebut tidak dapat didasarkan atas satu kelompok fauna saja, karena mereka selalu ditemukan berasosiasi dengan kelompok lain. Secara stratigrafi sering fauna ditemukan tidak menerus. Keadaan ini mungkin disebabkan karena pada kala tertentu lingkungannya tidak cocok bagi kehidupan fauna tersebut. Mungkin pula hal ini disebabkan oleh kelangkaan sumber makanan, masa hidup spesies tertentu yang pendek, ataupun adanya regresi ataupun transgresi secara lokal yang tiba-tiba.



Gambar 2. Peta geologi batuan berumur Jura dan Kapur di Kepulauan Misool (Rusmana dr., 1982, sebagian).



Gambar 3. Kolom stratigrafi batuan berumur Jura di Kepulauan Misool (Hasibuan dan Janvier, 1991; sebagian dari kolom).



Gambar 4. Penyebaran percontoh batuan, penyebaran taxa dan lingkungan pengendapan batuan Jura di Kepulauan Misool.

Berikut ini pembahasan setiap kumpulan fauna disesuaikan dengan urutan stratigrafi dari tua ke muda atau dari bagian bawah ke arah atas.

#### Kumpulan Bivalvia- Amonit

Kumpulan ini ditemukan pada bagian bawah Formasi Yefbie berumur *Toarcian - Bathonian*. Batuan yang mewakili kumpulan ini terdiri atas batupasir konglomerat di bagian bawah dan batupasir gampingan dan serpih di bagian atas.

Kumpulan ini didominasi oleh fauna dangkal pemakan bahan endapan (*suspension feeder*) yaitu fauna yang hidup mengubur dirinya tidak begitu dalam di dalam sedimen dan mengambil makanan melalui alat isap (*siphon*) seperti *Grammatodon* sp., *Trigonia* sp., *Plagiostoma* sp., dan *Neocrassina* (*N.*) *yefbiensis* (Clausen dan Wignall, 1990; Sellwood, 1972, 1978; Duff, 1975, 1978; Fursich, 1977, 1982; Stanley, 1972). Kelompok lain terdiri atas fauna yang menempel pada dasar sedimen atau batuan (*epifaunal suspension feeders*) seperti *Plicatula spinosa*, *Gryphaea* sp., *Acesta* sp., dan *Ctenostreon cf. pectiniforme*. Fauna yang mengubur dirinya lebih dalam seperti *Pholadomya* (*P.*) sp. dan *Goniomya heteropleura* (Sellwood, 1972, 1978; Fursich 1977, 1982) juga ditemukan. Selain itu ada pula *Camptonectes* (*C.*) *wagrrakinensis* dan *Camptonectes* (*C.*) sp. yaitu fauna yang menempelkan cangkangnya pada dasar sedimen dengan cara mengeluarkan sejenis rambut gampingan sebagai jangkar (Speden, 1967) serta *Stegoconcha* sp., yaitu spesies yang membenamkan sebagian dirinya dalam sedimen dan mempergunakan rambut gampingan sebagai jangkarnya (Cox, dr. 1969). *Gresslya* sp. adalah jenis spesies yang membor sedimen dan tinggal hidup di dalamnya. Ditemukan pula satu spesies ephibentic yang hidup pasif di atas sedimen yaitu *Bositra ornati*, satu spesies yang hidup berenang bebas seperti *Entolium* (*E.*) sp. (Stanley, 1972; Duff, 1978) dan dua spesies pemakan sedimen pada dasar yang lunak seperti *Palaeonucula fialpopoensis* dan *P. misolensis*.

Adanya *Camptonectes* (*C.*) spp., di dalam kelompok fauna menunjukkan lingkungan yang kaya akan material organik, seperti Lempung Kimmeridge, di Inggris (Clausen dan Wignall, 1990).

Amonit yang menyertai bivalvia adalah : *Bredya* sp., *Holcophylloceras* sp., *Sphaeroceras* sp., *Witchellia*

sp., *Fontannesia killiani*, *Chondroceras* sp., *Pseudotoites* sp., dan *Choffatia* sp., yang hidup di daerah laut neritik dalam sampai neritik luar yaitu pada kedalaman tidak lebih dari 100 m.

Nautiloid *Cenoceras* sp., dan *Lytoceras* sp., juga ditemukan bersama ammonit lainnya. *Cenoceras* sp., hidup di daerah dangkal sampai dalam, sedangkan *Lytoceras* sp., hidup di daerah neritik luar sampai laut lepas (*oceanic*).

Gastropoda yang ditemukan hanya *Bathrotomaria foronica* dan *Amberleya (Eucyclus) orbignyana* yang hidup pada dasar sedimen keras maupun lunak.

Brakhiopoda terdiri atas *Globirhynchia yefbiensis* dan *Kallirhynchia* sp., hidup menempel pada dasar sedimen dengan mempergunakan otot yang keluar dari ujung umbo. Kedua spesies ini hidup di laut dangkal dengan arus aktif dan menangkap makanan dari air laut yang melewatinya (*filter feeders*).

*Bositra ornati* yang ditemukan di dalam lapisan tipis (40 cm) di atas lapisan yang mengandung amonit merupakan suatu kumpulan fauna yang hidup dalam lingkungan tersendiri dan di sini disebut sebagai "Subkumpulan *Bositra ornati*". Spesies ini, berumur Aalenian, ditemukan di dalam lempung hitam dan tidak bercampur dengan spesies lain. Beberapa penulis beranggapan bahwa *Bositra* adalah pseudoplankton yang kadang-kadang hidup mengapung (Stanley, 1972; Duff, 1978). Tetapi Jefferies dan Minton (1965) menganggap spesies ini sebagai fauna nekton yang hidup bebas berenang. *Bositra* adalah bivalvia bercangkang tipis, hidup bergerombol, tersebar luas dengan aneka ragam spesies terbatas. Dalam perkembangan ilmu ekologi disimpulkan bahwa *Bositra* hidup sebagai fauna epibenthic yang hidup di dasar sedimen (Gruber, 1976, 1984; Kauffman, 1978, 1981; Wignall dan Simms, 1990; Hollingworth dan Wignall, 1992; MacLeod dan Hoppe, 1992). Genus ini biasanya ditemukan di dalam serpih yang kaya akan bahan organik. Diperkirakan hidup pada sedimen lunak dan dapat bertahan pada keadaan batas oksigen rendah. Subkumpulan *Bositra ornati* ini ditemukan juga di dalam batuan Jura (Aalenian) yaitu di bagian atas Formasi Khun Huai dan di bagian bawah Formasi Doi Yot, di Thailand (Meesook dan Grant-Mackie, 1997). Keberadaan subkumpulan ini menunjukkan lingkungan transisi berupa lingkungan tertutup seperti pada lagon.

Dari analisis lingkungan hidup fauna di atas dapat disimpulkan bahwa lingkungan pengendapan batuan berkaitan erat dengan paparan benua, sekitar neritik luar sampai lereng benua. Lingkungan ini dicirikan oleh arus laut, sedang yang berhubungan dengan laut terbuka dengan kedalaman kurang dari 100 m. Kumpulan ini menempati bagian bawah Formasi Yefbie berumur *Toarcian-Bathonian*.

#### Kumpulan Belemnit- Bivalvia

Dalam kumpulan ini bivalvia merupakan fauna yang sangat sedikit dan mulai muncul pada bagian atas Formasi Demu, sedangkan belemnit ditemukan menerus sampai umur Kapur. Bivalvia yang ditemukan adalah jenis *epibyssate* yaitu fauna yang hidup menempelkan cangkangnya pada dasar sedimen atau dasar yang keras dengan memakai rambut gampingan sebagai jangkarnya seperti *Praebuchia kirghisensis*, *P. cf. orientalis*, *Oxytoma* sp., *Propeamussium* (?*Parvamussium*) sp., *Otapiria* sp. Fauna ini hidup di air yang bergerak di bawah pengaruh ombak (*medium energy*). *Propeamussium* (?*Parvamussium*) sp. adalah bivalvia buas pemakan daging fauna lainnya (*microcarnivora*).

Amonit hanya diwakili oleh satu genus yaitu *Macrophyloceras* sp dan terdapat bersama spesies belemnit lainnya. *Macrophyloceras* ini hidup di daerah neritik luar yang berhubungan dengan laut terbuka seperti belemnit pada umumnya.

Di kepulauan Misool, kumpulan belemnit muncul untuk pertama kali di bagian tengah Formasi Yefbie pada umur *Callovian* terdiri atas *Belemnopsis persulcata*, *Dicoelites rotundus*, *Conodicoelites abadi* dan *Hibolites cf. ingens*. Fenomena ini sama dengan New Zealand, Australia dan Thailand, belemnit mempunyai kisaran umur *Bajocian* - Kapur (Hayami, 1972; Hasibuan, 1990; Challinor, 1991). Belemnit biasanya hidup di lingkungan paparan benua yang berhubungan dengan laut terbuka dan tidak bergantung pada lingkungan tertentu, kecuali di Papua Nugini (Challinor, 1990).

Kumpulan fauna tersebut di atas menyimpulkan bahwa lingkungan pengendapan bagian atas Formasi Yefbie sampai Formasi Demu adalah neritik dalam sampai neritik luar yang berhubungan dengan laut terbuka berarus sedang. Kumpulan fauna ini terdapat pada *Callovan* Akhir - *Oxfordian* Akhir.

#### Kumpulan Amonit- Bivalvia- Belemnit

Pada kumpulan ini amonit sangat berperan, sedangkan bivalvia menunjukkan adanya arus air laut.

Amonit yang ditemukan pada umumnya hidup di daerah neritik dalam seperti *Aulacosphinctoides* spp., *Kossmatia*, *Parabolicseras*. Sementara *Holcophylloceras* hidup di daerah neritik luar sampai laut terbuka dangkal.

Bivalvia *Retroceramus* (R.) *galoi*, R. (R.) *subhaasti*, R. (R.) *haasti*, *Malayomaorica malayomaorica* adalah *epibyssate* yaitu fauna yang hidup menempelkan rambut gampingannya pada dasar sedimen dan menangkap makanan dari air laut.

Belemnit yang ditemukan di dalam kumpulan ini sangat sedikit, di antaranya *Belemnopsis moluccana* dan *Hibolites boloides*. Spesies ini umumnya hidup di daerah lereng benua yang berhubungan dengan laut terbuka.

Kumpulan ini menempati bagian bawah Formasi Lelinta berumur *Oxfordian* Akhir- bagian tengah *Tithonian*. Ekologi kumpulan fauna tersebut di atas sedikit lebih dalam yaitu daerah lereng benua dengan arus sedang dan batuan dicirikan oleh serpih berwarna gelap.

#### Kumpulan Bivalvia- Amonit- Belemnit

Kumpulan ini lebih banyak dicirikan oleh bivalvia seperti *Malayomaorica misolica*, *Buchia subpallasi*, *B. blanfordiana*, *B. subspitiensis*, dan *Camptonectes* sp. yang semuanya adalah *epibyssate*. Adanya *Camptonectes* menunjukkan bahwa lingkungan purba pada waktu itu kaya akan material organik (Clausen dan Wignall, 1990).

*Buchia* adalah genus *epifauna* menetap yang melekatkan dirinya pada dasar sedimen dengan menggunakan rambut gampingannya (Stanley, 1972). Hidupnya selalu bergerombol. Di pulau Misool, *Buchia* ini masih dapat diamati di dalam Formasi Demu pada batuan pasir halus gampingan. Di pulau Facet di selatan, *Buchia* ditemukan pada batuan lempung kemerahan. Di Amerika Utara *Buchia* dianggap hidup di laut dangkal (Imlay, 1959), sedangkan Zakharov dan Yanine, (1975) beranggapan genus ini hidup di daerah yang lebih dalam. Li (1986) menemukan *Buchia* dalam sedimen laut dalam di daerah Nyalam, Cina dan Cekungan Indus, Himalaya yang berbatasan dengan

Pakistan (Kureshy, 1983). Di New Zealand, *Buchia* ditemukan di dalam batuan lanau dan batupasir sangat halus yang diperkirakan diendapkan dalam laut terbuka di bawah pengaruh ombak (Li dan Grant- Mackie, 1988). Di Greenland *Buchia* ditemukan didalam batupasir kasar berlingkungan laut dangkal (Birkelund, 1973; Surlyk, 1973). Perbedaan lingkungan ini mungkin disebabkan karena *Buchia* dapat bertoleransi dengan suhu air laut yang lebih dingin (Li dan Grant- Mackie, 1988).

Di Kepulauan Misool, kedua pendapat tersebut dapat diamati. Endapan batupasir halus gampingan di sini mungkin diendapkan dalam lingkungan laut dangkal, sedangkan di Pulau Facet endapannya berupa lempung hijau kemerahan diduga berlingkungan laut lebih dalam. Lapisan yang mengandung *Buchia* ini ditemukan di atas lapisan yang mengandung amonit.

Fauna amonit yang ditemukan adalah *Parabolicseras*, *Kossmatia*, *Berriasella* hidup di daerah neritik dalam. Yang hidup di daerah neritik luar sampai laut terbuka dangkal adalah *Phylloceratinae* dan *Uhligites*.

Belemnit yang ditemukan seperti *Belemnopsis galoi*, *B. stolleyi*, *B. jonkeri*, *Hibolithes longiscissus*, *H. sp.*

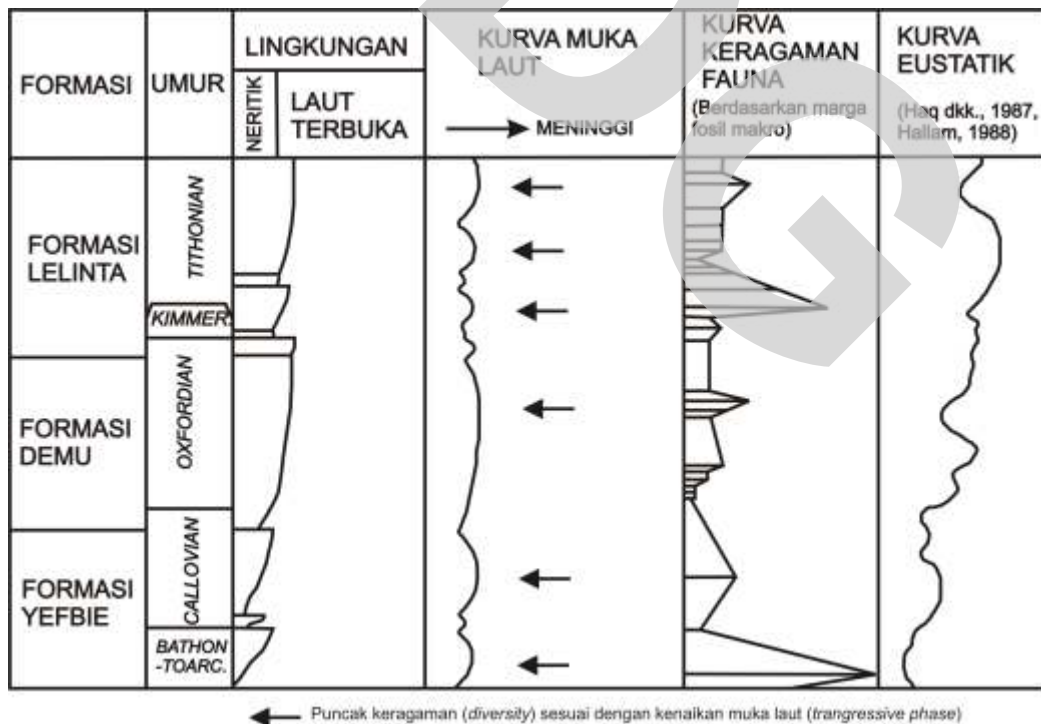
*A., Duvalia ceramensis* menunjukkan lingkungan paparan benua sampai lereng benua.

Kumpulan fauna tersebut di atas menunjukkan bahwa lingkungan pada waktu itu adalah laut dengan arus sedang berkisar antara paparan benua sampai lereng benua.

Kumpulan ini menempati bagian tengah sampai puncak Formasi Lelinta mulai dari *Tithonian* bagian tengah sampai *Berriasian* (Kapur Awal).

Semua kumpulan tersebut di atas mengandung fosil dinoflagelata Dinoflagelata ini adalah sejenis tumbuhan dan plankton yang dalam hidupnya memerlukan cahaya. Fauna ini tidak banyak berperan dalam menganalisis lingkungan, tetapi lebih berperan sebagai penunjuk umur. Umur yang ditunjukkan oleh fauna ini di Kepulauan Misool adalah Jura - Kapur, jenjang *Toarcian* - *Berriasian* (Helby dan Hasibuan, 1988).

Secara keseluruhan hasil analisis menunjukkan bahwa batuan Jura - Kapur Awal di Kepulauan Misool diendapkan pada suatu paparan benua sampai lereng benua yang umumnya berhubungan dengan laut terbuka (Gambar 5). Beberapa marga dan/atau jenis fosil terpilih disajikan pada Pelat 1 yang mewakili sebagian fauna dengan lingkungan atau paleoekologinya masing-masing.



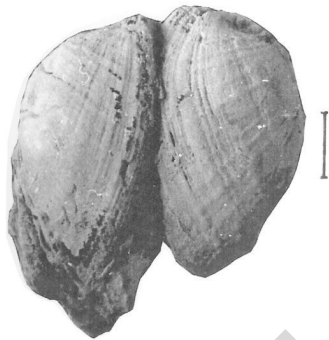
Gambar 5. Ringkasan lingkungan pengendapan, kurva permukaan air laut dan keragaman fauna yang dikorelasikan dengan kurva eustatik global.



## Pelat 1

## FOSIL-FOSIL TERPILIH MEWAKILI LINGKUNGAN HIDUPNYA

1. Fosil yang hidup membenamkan diri ke dalam sedimen secara dangkal pemakan sedimen dengan mengisap melalui *siphon* (*infaunal, suspension feeder*):

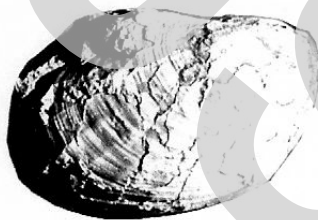


*Grammatodon (Indogrammatodon) sp.*



*Neocrassina (Neocrassina) sp.*

2. Fosil yang hidup membenamkan diri ke dalam sedimen secara lebih dalam (*deep infaunal suspension feeder*):



*Pholadomya (Pholadomya) sp.*

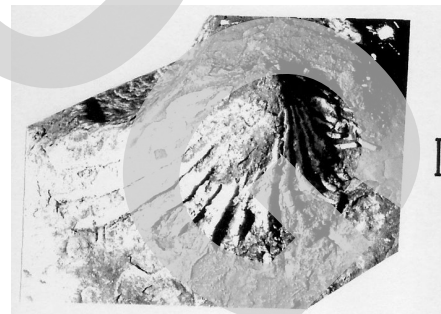


*Goniomya (Goniomya) sp.*

3. Fosil yang hidup menempelkan diri di atas permukaan sedimen atau pada dasar yang keras (*epifaunal suspension feeder*):



*Plicatula (Plicatula) sp.*



*Ctenostreon sp.*

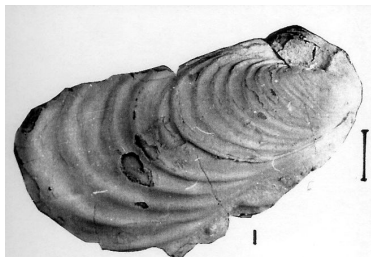
4. Fosil yang hidup menempelkan diri dengan semacam rambut gampingan (*byssus*) sebagai jangkar dan membenamkan sebagian cangkangnya ke dalam sedimen (*epibyssate suspension feeder*):



*Stegoconcha sp.*

Skala garis = 1 cm.

5. Fosil yang hidup menempelkan diri pada dasar sedimen atau pada dasar yang keras atau rumput laut dengan menggunakan semacam rambut gampingan (*byssus*) (*epibyssate suspension feeder*):



*Retroceramus (Retroceramus) sp.*



*Buchia sp.*



*Camptonectes (Camptonectes) sp.*

6. Fosil yang hidup secara pasif di dasar sedimen (*epibenthic/pseudoplanktonic*) di lagon dengan oksigen rendah (*anoxic*), kaya bahan organik
7. Fosil yang hidup sebagai pemakan sedimen yang lunak (*soft bottom detritus feeder*):



*Bositra ornati*

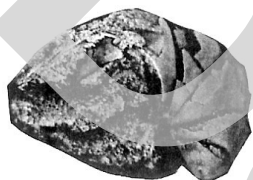


*Palaeonucula sp.*

8. Fosil yang hidup secara aktif (*planktonik*) di dalam kolom air laut lepas (*oceanic*) tidak lebih dari kedalaman 250 m (neritik dalam sampai luar):



*Fontannesia sp.*



*Cenoceras sp.*



*Bredya sp.*

9. Fosil yang hidup secara pasif di atas sedimen dengan menempelkan cangkangnya dengan mempergunakan otot yang keluar dari lubang "umbo" (*pedicle foramen*) di perairan laut dangkal dengan arus yang aktif (*filter feeder*):



*Kallirhynchia sp.*

Skala garis = 1 cm.

## Sejarah Geologi

Formasi Yefbie dimulai dengan pengendapan konglomerat alas di atas Formasi Bogal yang berumur Trias yang kemudian diikuti oleh endapan transgesif pada awal Toarcian. Pengendapan ini terus berlangsung sampai *Callovian* Akhir dicirikan oleh batuan serpih dengan sedikit sisipan batugamping. Bagian yang kaya akan fosil ditemukan di bagian bawah formasi ini. Ketidakselarasan antara Yefbie dan Bogal merupakan suatu pembezaian (*breakup*) yang dapat pula diamati antara lain di Pulau Seram, Buru, Buton, Banggai Sula (Pigram & Panggabean, 1984).

Pada kala *Callovian* Akhir sampai *Oxfordian* Akhir diendapkan Formasi Demu berupa batu gamping transgresif di paparan benua berlingkungan agak dalam.

Sejak *Oxfordian* Akhir sampai *Tithonian* Akhir, pengendapan dicirikan oleh batuan serpih berlingkungan laut ber-energi rendah di sekitar lereng benua. Ini dicirikan oleh fosil amonit famili *perisphinctid* di bagian bawah Formasi Lelinta. Westermann, 1989 memperkirakan bahwa pengendapan berlangsung di lingkungan neritik, dan penulis beranggapan bahwa pengendapan ini berlangsung di lingkungan neritik dalam berenergi rendah yang memungkinkan terjadinya pengendapan batuan serpih.

Pada bagian atas Formasi Lelinta berkembang batugamping pasir yang mungkin merupakan bagian proksimal suatu paparan. Kedua batuan itu yaitu serpih dan batugamping pasir mengandung kumpulan *Buchia subspitiensis-subpallasi*. Ini menunjukkan bahwa *Buchia* dapat menempati lingkungan yang dalam atau pun dangkal.

Pada umur Kapur, lingkungan pengendapan berubah menjadi laut dalam yang ditunjukkan oleh formasi-formasi batuan yang dibangun oleh kalsilutit.

Bila dibandingkan kombinasi hasil analisis lingkungan pengendapan dan kurva permukaan laut dengan kurva *eustatic global*, yang terakhir didasarkan pada kurva tingkat keragaman fauna (Gambar 5). Terlihat bahwa kesebandingan tersebut adalah positif atau hampir sama. Perbedaan yang terlihat antara kurva permukaan laut Kepulauan Misool dan kurva *eustatic global* pada kala Jura mungkin disebabkan oleh keterbatasan data atau adanya aktivitas tektonik lokal di Kepulauan Misool.

## Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa :

- Batuan Jura - Kapur Awal di Kepulauan Misool diendapkan pada paparan benua sampai lereng benua yang berhubungan dengan laut terbuka.
- Kumpulan fauna Jura di Kepulauan Misool umumnya hidup berasosiasi dengan sedimen yang kaya akan material organik, sehingga fauna dapat hidup dengan baik.
- Posisi Kepulauan Misool pada zaman Jura adalah pada tepian utara benua tua Gondwana atau pada tepian selatan Laut Tethys.
- Adanya perbedaan kurva permukaan laut di Kepulauan Misool dengan kurva eustatik global mungkin disebabkan oleh adanya aktivitas tektonik lokal di daerah timur Kepulauan Indonesia.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi, Bandung atas izin menerbitkan makalah ini. Terima kasih disampaikan pula kepada rekan-rekan dari Laboratorium Paleontologi yang telah membantu terlaksananya pekerjaan ini, baik di lapangan maupun di laboratorium.

## Acuan

- Arkell, W.L. 1956. *Jurassic Geology of the World*. Oliver & Boyd, Edinburgh and London
- Audley-Charles, M.G. 1988. Evolution of the southern margin of Tethys (North Australian region) from early Permian to early Cretaceous. *In Gondwana and Tethys*. (Ed. Audley-Charles, M.G. and Hallam, A.) *Geol.Soc.Publ.* 7:79-100.
- Bemmelen, R.W. van 1949. *The Geology of Indonesia*. Govt. Print. Office, The Hague : 732 p.

- Birkelund, T. 1973. Mesozoic geology of East Greenland- summary. *In Arctic geology*, M.G. Pitcher, ed., American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, 149.
- Boehm, G. 1901. Aus den Molukken. *Z. Deutsch. Geol. Ges.* 51: 4-10.
- Boehm, G., 1904a – Die Südküsten der Sula-Inseln Taliabu und Mangoli. 1. Grenzschichten Zwischen Jura und Kreide. *Paläontogr. Suppl.* 4:1-46, 7 Taf., 17 Textfigs.
- Boehm, G. 1904b. Geologische Ergebnisse einer Reise in den Molukken. *Comp. Rend. 9 Cong. Internat. Vienna* 1903, 657-662.
- Boehm, G. 1910. Zur Geologie des Indo- Australischen Archipels. Nachtrag 5. Zur Kenn. Der Südküste von Misool. *Centrabl. Min. Geol. Palaeont.* 7 : 197- 209.
- 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. 1990. A belemnite biozonation for the Jurassic- Cretaceous of Papua New Guinea an a faunal comparison with eastern Indonesia. *BMRJ. Aust. Geol. Geophys.*, 11: 429-447
- Challinor, A.B. 1991. Revision on the belemnites of Misool and a review of the belemnites of Indonesia. *Paleontogr. Abt. A* 218 : 87-164.
- Challinor, A.B. dan Skwarko, S.K.. 1982. Jurassic belemnites from Sula Islands, Mollucas, Indonesia. *Geol. Res. Dev. Centre Pal. Ser.* 3.
- Clausen, C. K. dan Wignall, P. B.. 1990. Early Kimmeridgian bivalves of southern England. *Mesozoic Res.* 2 (3) : 97-149.
- Cox, L., N.D. Newell, Boyd, D.W., Branson, C.C., Casey, R., Chavan, A., Coogan, A.H., Deschaseaux, C., Fleming, C.A., Haas, F., Hertlein, L.G., Kauffman, E.G., Keen, A.M., Larocque, A., McAlester, A.L., Moore, R.C., Nuttall, C.P, Parkins, B.F., Puri, H.S., Smith, L.A., Soot- Ryen, T., Stenzel, E.R., Trueman, Turner, R.D. dan Weir, J. 1969. Pt. N. Mollusca 6 Bivalvia. *In* : " Treatise on Invertebrate Paleontology", Lawrence, Kansas, Univ. Kansas Print. Service, N1- N952.
- Duff, K.L. 1975. Palaeoecology of a bituminous shale. The Lower Oxford Clay of Central England. *Paleontology* 18 : 443- 482.
- Duff, K. L. 1978. Bivalvia from the English Lower Oxford Clay (Middle Jurassic). *Palaeontogr. Soc. Monogr.* : 1- 137.
- Fleming, C.A. 1958. Upper Jurassic fossils and hydrocarbon traces from the Cheviot Hills, north Canterbury. *N.Z.J. Geol. Geophys.* 2 (5) : 889- 904.
- Fleming, C.A. 1960. The Upper Jurassic sequence of Kawhia, New Zealand, with reference to the ages of some Tethyan guide fossils. *Int. Geol. Congr. Rept. XXI Sess. Norden, Pt. XXI Other Subjects. Copenhagen:* 261- 269.
- Froidevaux, C.M. 1974. Geology of Misool Island (Irian Jaya) Indonesia. *Petrol. Ass. Proc. 3rd. Ann. Conv.* : 189- 194.
- Fursich , F. T. 1977. Corallian (Upper Jurassic) marine benthic associations from England and Normandy. *Paleontology* 20: 337- 385.
- Fursich, F. T. 1982. Upper Jurassic bivalves from Milneland, East Greenland. *Grondlands Geologiske Undersogelse Bull.* 14: 126p.
- Gruber, B. 1976. Neue Ergebnisse auf dem Gebiete der ökologie, Stratigraphie, und Phylogenie der halobien (Bivalvia). *Mitt. Geol. Ges. Bergbaustudenten Osterr.*, 23: 181- 198.

- Gruber, B. 1984. Bemerkungen zur Morphologie und Ökologie von *Otapiria marshalli* alpine Zapfe aus den Zlambachmergeln (Obertrias) von Österreich. *Mitt. Geol. Ges. Bergbaustudenten Osterr.* 29: 207- 216.
- Hasibuan, F. 1981. Laporan Pendahuluan Penelitian Geologi/ Paleontologi di P. Misool, Irian Jaya. Laporan Teknis, tidak diterbitkan.
- Hasibuan, F. 1985. Struktur "Hummocky Cross Stratification" (HCS) di Kepulauan Misool, Irian Jaya. *Geosurv. Newsl. Indon.* 17(16).
- Hasibuan, F., 1986. Mesozoic biostratigraphy of Misool Archipelago, Indonesia. *Misc. Publ. N.Z. Geol. Soc.* 35A, 60.
- Hasibuan, F. 1987. The Triassic worm-tube *Terebellina mackayi* Bather from Indonesia. *Geol. Soc. N. Z. Misc. Publ.* 37A.
- Hasibuan, F. 1990. Mesozoic stratigraphy and paleontology of Misool Archipelago, Indonesia. Ph.D. Thesis, University of Auckland, New Zealand, 1- 384, tidak diterbitkan.
- Hasibuan, F. and P. Janvier, 1991. *Lepidotes* sp. (Actinopterygii, Halleostomi) a fossil from the Lower Jurassic of Misool Island, Indonesia. *Bull. GRDC* 5.
- Hasibuan, F., 2004. Buchiidae (Bivalvia) Jura Akhir sampai Kapur Awal dari Kepulauan Misool dan korelasi regionalnya. *Journal of Geological Resources* XIV (2): 51-60.
- Hasibuan, F., 2007. Annelid *Terebellina mackayi* (Bather) from Middle Triassic Keskain Formation, Misool Archipelago. *Journal of Geological Resources* XVII (2).
- Hasibuan, F. & Grant-Mackie, J.A., 2007. Triassic and Jurassic Gastropods from the Misool Archipelago, Eastern Indonesia. *Jurnal Sumber Daya Geologi* XVII (4): 257-272.
- Hasibuan, F., 2008. Pre-Tertiary biostratigraphy of Indonesia. *Proc. Internat. Symp. Geoscience Resource Environment of Asian Terranes (GREAT 2008), 4th IGCP516, and APSEG, Bangkok.*
- Hasibuan, F., 2009. Biostratigrafi dan Biota Jura Kepulauan Misool, Indonesia dan korelasi regional dan globalnya. *Jurnal Sumber Daya Geologi* XIX(3): 191-207.
- Hasibuan, F., 2010a. The Triassic Marine Biota of Eastern Indonesia and its Interregional and Global Correlation: A Review. *Jurn. Geol. Indon.* 5(12):31-47.
- Hasibuan, F. 2010b. Cretaceous Inoceramidae from Fafanlap Formation, Misool Archipelago. In prep. (IGCP 507, Jogjakarta, Indonesia)
- Hayami, I. 1972. Lower Jurassic Bivalvia from the environs of Saigon. *Geol Paleont. SE Asia* 10: 179- 230.
- Helby, R. dan Hasibuan, F.. 1988. A Jurassic Dinoflagellate Sequence from Misool, Indonesia. *7 Internat. Palynol. Congr. Mem.* 6.
- Hollingworth, N.T.J dan Wignall, P.B.. 1992. The Callovian- Oxfordian boundary in Oxfordshire and Wiltshire based on two new temporary sections. *Proc. Geol. Assoc.* 103: 15- 30.
- Imlay, R. W. 1959. Succession and speciation of the Pelecypod *Aucella*. *U.S.G.S. Prof. Pap.* 274- D.
- Jefferies, R.P.S. dan Minton, P. 1965. The mode of life of two Jurassic species of "*Posidonia*". *Paleontology* 8: 156- 185.
- Jeletzky, J.A. 1963. *Malayomaorica* gen. nov. (Family Aviculopectinidae) from the Indo- Pacific Upper Jurassic, with comments an related forms. *Paleontology* 6, part 1: 148- 160.
- Kauffman, E.G. 1978. Benthic environments and paleoecology of the Posidonienschiefer (Toarcian). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 157: 18- 36.

- Kauffman, E.G. 1981. Ecological reappraisal of the German Posidonienschiefer (Toarcian) and the stagnant basin model. *In* : Communities of the Past. (eds. J. Gray, A.J. Boucot dan W.B.N Berry) Hutchison and Ross, Stroudsburg: 311- 381.
- Kristan-Tollmann, E. & F. Hasibuan, 1990. Ostracoden aus der Obertrias von Misool (Indonesien). *Mitt. Osterr. Geol. Ges.* 82: 173-181.
- Krumbeck, L. 1934. Die Aucellen des Malms von Misool. *N. Jb. Geol. Palaont. Beil* 71: 422- 467.
- Kureshy, A.A. 1983. Pakistan. *In*: The Phanerozoic geology of the world, II, the Mesozoic, B, M. Moullade & A.E.M. Nairn, eds, Elsevier Science Publisher, Amsterdam: 353- 374.
- Li Xiaochi. 1986. Middle and Late Jurassic sedimentary environments of Nyalam district in southern Xizang in the light of a new discovery of bivalve fauna (in Chinese). *Acta Paleontologica Sinica* 25 (4): 474- 482.
- Li Xiaochi dan Grant- Mackie, J. A.. 1988. Upper Jurassic and Lower Cretaceous *Buchia* (Bivalvia) from southern Tibet, and some wider considerations. *Acheringa* 12: 249- 268.
- MacLeod, K. G. dan Hoppe, K.A.. 1992. Evidence that inoceramid bivalves were benthic and harbored chemosynthetic symbionts. *Geology* 20: 117- 120.
- Marks, P. 1957. Stratigraphic Lexicon of Indonesia and Atlas. *Publikasi Keilmuan 31 dan 31a, Ser. Geol.* Pusat Djawatan Geologi Bandung.
- Martin, K. 1907. Mesozoisches Land und Meer im Indischen Archipel. *N. Jb. Min. Geol. Palaeont. Beil.* 1: 107- 130.
- Meesook, A dan Grant Mackie, J.A.. 1997. Faunal associations, paleoecology and paleoenvironments of the Thai marine Jurassic: a preliminary study. *Int. Conf. Strat. Tect. Evol. Of SE Asia and S. Pacific*: 164- 176.
- Norvick, M.S., 1979. The tectonic history of the Banda Arcs, eastern Indonesia; a review. *J. Geol. Soc. London* 136: 519-527.
- Pigram, C.J., Challinor, A.B., Hasibuan, F., Rusmana, E. dan Hartono, U.. 1982a. Geological results of the 1981 expedition to the Misool Archipelago, Irian Jaya. *Bull. Geol. Res. Dev. Centre* 6: 18- 29.
- Pigram, C.J., Challinor, A.B., Hasibuan, F., Rusmana, E. dan Hartono, U.. 1982b. Lithostratigraphy of the Misool Archipelago, Irian Jaya. *Geol. Mijnb.* 61: 265- 279.
- Pigram, C.J., Challinor, A.B., Hasibuan, F., Rusmana, E. dan Hartono, U.. 1981. Lithostratigraphy of the Misool Archipelago, Irian Jaya, Indonesia. *Geol. Res. Dev. Centre Report*, unpubl.
- 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.
- Pigram, C.J. 1986. Western Irian Jaya: the end – product of oblique plate convergence in the late Tertiary-Discussion. *Tectonophys.* 121: 345- 347.
- Rusmana, E., Hartono, U., dan Pigram, C.J.. 1982. Geological Map of the Misool Quadrangle, Irian Jaya. *Geol. Res. Dev. Centre*, Indonesia.
- Rutten, L.M.R. 1927. De noordelijke molukken en de Radja- Ampat- Group. *In* Voordrachten over de Geologie van Nederlandsch Oost- Indi : 761- 781.
- Sato, T. 1975. Marine Jurassic formations and faunas in Southeast Asia and New Guinea. *Geol. Pal. S. E. Asia* 15: 151- 189.
- Sellwood, B.W. 1972. Regional environmental changes across a Lower Jurassic stage- boundary in Britain. *Paleontology* 15: 125- 157.
- Sellwood, B.W. 1978. Jurassic communities. *In*: The Ecology of Fossils. (ed. W.S. McKerrow). Duckworth, London: 204- 279.

- Simbolon, B., Martodjojo, S., dan Gunawan, R.. 1984. Geology and Hydrocarbon Prospects of the Pre Tertiary System of Misool Area. *Proc. 13th Ann. Conv. Indon. Petrol. Assoc.* 1(13): 317- 340.
- Skwarko, S.K. 1981. History of Geological Investigation of Misool Archipelago, Moluccas, Indonesia. *Publ. Geol. Res. Dev. Centre Indonesia, Pal. Ser. 2*: 53- 66.
- Soergel, W. 1913. Lias und Dogger von Jefbie und Fialpopo (Misool Archipel.) *N. Jb. Miner. Geol. Palaont.* 36: 586- 650.
- Soergel, W. 1915. Unterer Dogger von Jefbie (Misool archipel). Ein Nachtrag zur Stratigraphie und Biologie. *Z. Deutsch. Geol. Ges.* 67: 99- 109.
- Speden, I.G. 1967. Revision of Syncyclonema (Upper Cretaceous) and comparison with other small pectinid bivalves and Entolium. *Postilla, Peabody Mus. Nat. Hist. Yale Univ.* 125: 1-269.
- Stanley, S.M. 1972. Functional morphology and evolution of byssally attached bivalve mollusks. *J. Paleont.* 46: 165- 212.
- Stevens, G.R. 1963. The systematic status of Opper's specimens of *Belemnopsis gerardi*. *Paleont.* 6(4): 690- 698.
- Stevens, G.R. 1965a. The Jurassic and Cretaceous belemnites of New Zealand and review of the Jurassic and Cretaceous belemnites of the Indo- Pacific region. *Geol. Surv. N. Z. Palaeont. Bull.* 36: 1- 283.
- Stevens, G.R. 1965b. The belemnite genera *Dicoelites* Boehm and *Prodictoelites* Stolley. *Paleont.* 7: 606- 620.
- Stevens, G.R., 1989. The nature and timing of biotic links between New Zealand and Antarctica in Mesozoic and early Cenozoic times. In *Origin and Evolution of the Antarctic Biota*. (ed. Crame, J.A.) *Geol. Soc. Spec. Publ.* 47: 141-166.
- Stolley, E. 1929. Über ostindische Jura- Belemniten. *Pal. V. Timor.* 16: 91- 213.
- Stolley, E. 1934. Zur Kenntnis des Jura und der Unterkreide von Misol. 1. Stratigraphischer Teil. *N. Jb. Min. Geol. Palaeont. Beil.* 71B: 470- 485.
- Surlyk, F. 1973. The Jurassic- Cretaceous boundary in Jameson Land, East Greenland. In *The Boreal Lower Cretaceous*, (R. Casey & P. F. Rawson, eds,) *Geological Journal Special Issue* 5: 81- 100.
- Teichert, C. 1940. Marine Jurassic of East Indian Affinities at Broome, Northwestern Australia. *J. Roy. Soc. W. Aust.* 26: 103- 118.
- Tjokrosapoetro, S. dan T. Budhitrinsa. 1982. Geology and tectonics of the Northern Banda Arc. *Bull. Geol. Res. Dev. Centre* 6: 1- 17.
- 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, J.H.F. 1938. The Geology of the Dutch East Indies. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.* 22: 1- 70.
- Umbgrove, J.H.F. 1935. De Pretertiaire Historie van den Indischen Archipel. *Leidsche. Geol. Meded.*: 119- 155.
- Umbgrove, J.H.F. and Weber, F., 1935. De Pretertiaire Historie van den Indischen Archipel. *Leidsche. Geol. Meded.*: 119-155.
- Verbeek, R.D.M. 1900. Voorloping verslag over eene geologische door het oostelijk gedeelte van den Indischen Archipel in 1899. *Landsdrukkerij, Batavia* 3- 48.
- Verbeek, R.D.M. 1908. Molukken Verslag. In: Penecke and Boehm *Jb. Mijnw. Oost- Ind.* 37: 660- 665.
- Vogler, J. 1941. Ober- Jura und Kreide von Misol (Niederländisch- Oost- Indien). *Paläontogr. Suppl.* 4 (4): 246- 293.
- Wandel, G. 1936. Beiträge zur Kenntnis der Jurassischen Molluskenfauna von Misol, Ost Celebes, Buton, Seram und Jamdena. *N. Jb. Miner. Geol. Paläont.* 7: 447- 523.

- Wanner, J. 1910a. Einige geolische Ergebnisse einer im Jahre 1909 ausgefhrten Reise durch den östlichen Teil des indoaustralischen Archipels. *Centralbl. Miner. Geol. Palaont.* 22: 137- 140.
- Wanner, J. 1910b. Beiträge zur geologischen Kenntnis der Insel Misol (Niederländisch- Ost- Indien). *Nederl. Aardrijksk. Gen. Tijdschr.* 27: 469- 500.
- Wanner, J. 1931. Mesozoikum. *Leid. Geol. Meded.* 5: 567- 609.
- 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. 1989. New developments in ecology of Jurassic- Cretaceous ammonoids. Proc. II Symposium, 1987. (Tecnostampa, Ostra vetere, An. Italy, 1- 21.
- Wignall, P.B. dan Simms, M.J.. 1990. Pseudoplankton. *Palaeontology* 33: 359- 378.
- Zwierzycki, J. 1925. Overzicht der Trias-formatie in Nederlandsch Indie. *Verh. Geol. Mijn. Gen. Ned. Kol. Geol. Ser.* 8: 633- 648.

JSDG