

GEOLOGI DAN PALEONTOLOGI FORMASI BALANGBARU DAN FORMASI MARADA BERUMUR KAPUR, SULAWESI SELATAN

F. Hasibuan dan A. Limbong

Pusat Survei Geologi

fauzie@gdc.esdm.go.id dan alex.limbong@yahoo.com

SARI

Suatu penelitian geologi dan paleontologi terhadap Formasi Balangbaru dan Formasi Marada telah dilakukan. Kedua formasi menunjukkan bahwa lingkungan pengendapannya di dalam suatu cekungan dipengaruhi oleh arus turbidit. Formasi Marada dapat dikorelasikan dengan Anggota Panggalungan yang merupakan bagian endapan yang jauh (*distal*) dari Formasi Balangbaru. Penelitian paleontologi pada Formasi Balangbaru telah menemukan beberapa fosil macro seperti ekinoid, bivalvia *Inoceramus* sp., amonit *Grossouvreites* sp. Formasi Marada mengandung fosil jejak (*trace fossil*) *Spirorhapha* sp. dan jenis nano fosil yang dikenali dari batu serpih seperti *Ceratolithoides aculeus*, *C. kamptneri*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *L. arcuatus*, *L. maleformis*, *Micula murus*, *M. concava* *Lithraphidites quadratus*, dan *Prediscosphaera* sp. Berdasarkan keberadaan fosil makro, fosil nano dan radiolarian dari penulis-penulis sebelumnya dapat disimpulkan bahwa umur pengendapan Formasi Balangbaru dan Formasi Marada berkisar antara Albian sampai Maastrichtian (Akhir Kapur Awal sampai Kapur Akhir).

Kata kunci: ekinoid, bivalvia, amonit, fosil jejak, fosil nano, radiolarian, turbidit

ABSTRACT

A geological and paleontological studies on the Balangbaru and Marada Formations has been carried out. Both formations show that their depositional environment was in basin with turbidity currents. Marada Formation can be correlated with Pangalungan Member of the distal part of the Balangbaru Formation. Paleontological study on the Balangbaru Formation has yielded some macrofossils such as echinoid, bivalve *Inoceramus* sp., ammonite *Grossouvreites* sp. Marada Formation contains trace fossil *Spirorhapha* sp. and species of nannoplankton have been extracted from the shale e.g. *Ceratolithoides aculeus*, *C. kamptneri*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *L. arcuatus*, *L. maleformis*, *Micula murus*, *M. concava* *Lithraphidites quadratus*, and *Prediscosphaera* sp. Based on the presence of macrofossils, nannoplankton, and radiolarian fossils of previous workers it can be concluded that the deposition of the Balangbaru and Marada Formations was in Albian to Maastrichtian (Late Early Cretaceous to Late Cretaceous) time.

Keywords: echinoid, bivalvia, ammonite, trace fossil, nannoplankton, radiolarian turbidite

PENDAHULUAN

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian biostratigrafi Sulawesi Selatan di samping penelitian lainnya seperti sedimentologi dan lingkungan pengendapan, penentuan umur mutiak, geofisika rinci dan paleomagnet, petrogenesa batuan sedimen dan batuan beku, tektonik, dan struktur geologi.

Makalah ini merupakan bagian dari penelitian tersebut di atas yaitu hasil penelitian paleontologi Formasi Balangbaru dan Formasi Marada terhadap fosil yang dikandungnya seperti fosil nano, fosil jejak, keratan amonit, dan ekinoid. Fosil-fosil makro ini merupakan hasil penelitian pertama kali yang melaporkan adanya fosil makro di dalam formasi-

formasi tersebut yang sebelumnya tidak pernah ditemukan.

Formasi Marada merupakan kelanjutan Formasi Balangbaru di utara yang merupakan endapan turbidit (Hasan, 1990, 1991, 1992) dalam lingkungan laut terbuka, neritik dalam (*deep neritic*) sampai batial (van Leeuwen, 1981, Sukanto, 1982).

LATAR BELAKANG

Umur Formasi Balangbaru ini diperkirakan Kapur Akhir, *Campanian* Akhir sampai *Maastrichtian* Awal (van Leeuwen, 1981; Sukanto, 1982; Sukanto dan Supriatna, 1982). Hasan (1990) menentukan umur Formasi Balangbaru ini berdasarkan kandungan fosil foraminiferanya seperti *Globotruncana helvetica*, *Gt.*

arca, *Gt. fornicata* dan *Heterolix globulosa* yang menunjukkan umur *Turonian* sampai *Maastrichtian*. Wakita dr. (1996) mengenali beberapa jenis fosil radiolaria di dalam serpih dan serpih terkerosikan dari Formasi Balangbaru ini antara lain *Archaedictyomitra* spp., *Pseudodictyomitra* spp., *Rhopalosyriegium majuroensis*, *Thanaria* sp., *Praeconocaryomma* sp., *Stichomitra* sp. Berdasarkan fosil radiolaria ini umur Formasi Balangbaru disimpulkan *Albian* Akhir sampai *Turonian*. Fauna ini mirip juga dengan fauna yang dikumpulkan oleh Wakita dr. (1994) dari satuan rijang di dalam Kompleks Tektonik Bantimala. Formasi Marada mengandung fosil foraminifera seperti *Lenticulina* sp., *Clavulina* sp., *Dorothia* sp., *Oridorsalis* sp., *Allomorphina* sp., *Anomalina* sp., *Globotruncana flexuosa*, *Gt. concavata* dan *Gt. citae* yang menunjukkan umur *Campanian* Akhir sampai *Maastrichtian* Awal (Uliczny dalam van Leeuwen, 1981).

Berbagai peneliti terdahulu belum pernah melaporkan adanya fosil makro. Hal ini karena adanya anggapan bahwa formasi-formasi tersebut diendapkan dalam laut dalam, dan jarangya fosil mikro yang ditemukan kemungkinan karena pengendapan terjadi di bawah "Carbonate Compensation Depth (CCD)", yaitu antara 4800 - 5000 m (Hasan, 1990).

Penelitian ini bertujuan melakukan pemercontohan yang terperinci guna menemukan jenis fosil lain yang diperkirakan terdapat dalam formasi-formasi tersebut. Hasil penelitian menunjukkan adanya beberapa jenis fosil makro seperti amonoid, bivalvia, ekinoid, dan fosil jejak walaupun umumnya tidak terawetkan dengan baik. Makalah ini merupakan makalah pertama yang melaporkan adanya fosil makro dan merupakan penemuan baru (*new finds*) di dalam Formasi Balangbaru dan Formasi Marada yang berumur Kapur.

LOKASI DAERAH DAN METODE PENELITIAN

Lokasi daerah penelitian terletak di sebelah barat laut kota Sinjai (Gambar 1), Sulawesi Selatan. Dalam penelitian ini sebaran Formasi Balangbaru dan Formasi Marada berdekatan (Gambar 2 dan 3). Dengan demikian, pembahasan geologi dan paleontologi kedua formasi ini dilakukan secara terpisah pula.

Penelitian kedua daerah ini dilakukan dengan metode pengamatan yang terperinci pada singkapan di masing-masing daerah. Penampang terukur sulit dilakukan karena singkapan formasi-formasi tersebut sangat tipis dipengaruhi oleh aktivitas tektonik. Walaupun demikian, dapat dipastikan bahwa pemercontohan yang dilakukan berasal dari kedua formasi tersebut.

GEOLOGI REGIONAL

Pulau Sulawesi merupakan daerah pertemuan lempeng besar, yaitu Lempeng Samudra Indo-Australia, Lempeng Benua Eurasia, dan Lempeng Samudra Pasifik. Batuan di Sulawesi Selatan dapat dikelompokkan menjadi tiga mintakat, yaitu 1) Mintakat Sulawesi Barat yang mempunyai kemiripan dengan Kalimantan yang merupakan bagian dari benua Eurasia (Katilli, 1978; Sukanto, 1986), 2) Mintakat Sulawesi Timur yang tersusun oleh batuan asal kerak samudra, dan 3) Mintakat Banggai-Sula yang mempunyai kesamaan dengan benua-benua renik yang tersebar di Indonesia bagian timur dan dipercaya berasal dari pecahan benua Australia.

Di antara Mintakat Sulawesi Timur dan Sulawesi Barat tersebar batuan malihan yang luas. Sejak zaman Neogen geologi daerah ini dicirikan oleh pertemuan lempeng Benua Kecil Banggai-Sula dengan Sulawesi Timur. Akibat proses geodinamika ini, batuan dari ketiga mintakat saling bertemu dengan beberapa satuan batuan dan memberikan indikasi telah teralihtempatkan.

Mintakat Sulawesi Barat merupakan kelanjutan dari busur Kepulauan Indonesia Barat mulai dari Andaman, Sumatra, Jawa, Nusatenggara membelok ke Sulawesi membentang ke utara menuju Filipina dan Kepulauan Jepang. Daerah ini merupakan palung Kapur-Paleogen yang berkembang menjadi satu lajur gunung api Tersier bawah laut, dan diperkirakan sebagian besar merupakan batuan gunung api Neogen bawah laut dengan banyaknya ditemukan endapan piroklastika yang bersusunan kalc-alkali dan sebagian memperlihatkan ciri endapan darat.

Mintakat Sulawesi Timur dicirikan oleh batuan ofiolit yang tersebar luas dan diperkirakan berasal dari dasar samudra atau kerak samudra (Sukanto, 1975a) yang terbentuk pada pemekaran dasar samudra akibat pelelehan magma basa melewati punggung tengah samudra. Di bagian barat mintakat



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

ini dicirikan oleh batuan malihan yang termasuk ke dalam fasies amfibolit-epidot, glaukofan-lowserit dan sekis hijau.

Mintakat Banggai-Sula merupakan daerah yang relatif stabil pada masa Mesozoikum terdiri atas endapan sedimen yang tebal yang berumur Jura sampai Kapur dan batuan gunung api Trias-Perem yang bersifat granitik. Mintakat ini bergerak ke arah barat di sepanjang Sesar Sorong dan sejak kala Miosen Tengah bertemu dengan Mintakat Sulawesi Timur (Visser dan Hermes, 1962). Arah gerakan yang diperlihatkan oleh sesar geser jurus dan sesar sungkup memberikan gambaran adanya kemungkinan gerakan mendatar Mintakat Banggai-Sula yang didorong oleh lempeng sebelah timur ke arah barat.

Gerakan-gerakan ini menyebabkan terjadinya lipatan kuat dan diikuti oleh sesar sungkup pada kala Miosen Tengah di daerah bagian tengah dari timur Sulawesi dan Mintakat Sulawesi Barat bagian tengah. Pendesakan ini menyebabkan terjadinya penunjaman pada lempeng sebelah baratnya yang

ditunjukkan oleh adanya tektonik yang masih aktif dan kegempaan yang cukup tinggi di banyak tempat.

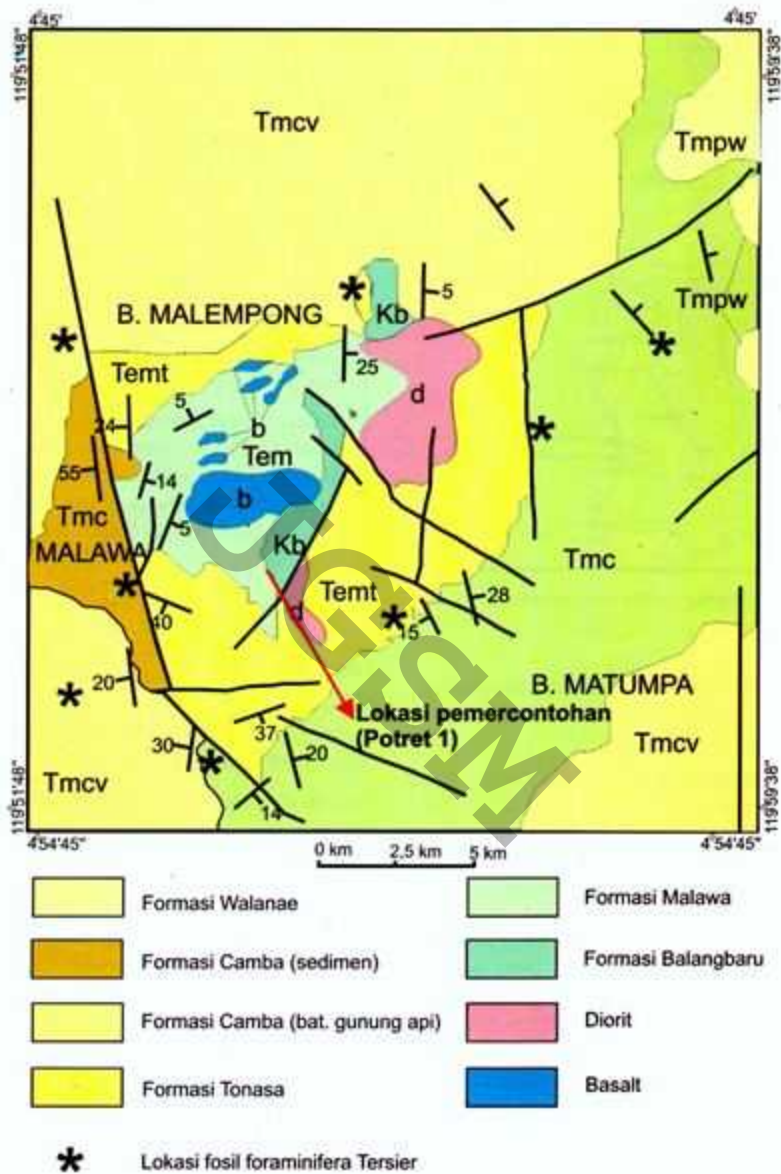
Penunjaman ini di bagian utara Sulawesi masih berlangsung sampai sekarang. Jalur Sesar Palu-Koro mulai dari Teluk Bone sampai Palu di utara merupakan sesar geser mengiri (*sinistral*) dan mungkin merupakan sesar aktif (Tjia, 1993), dan arah gerakan sesar ini sesuai dengan arah gerak Sesar Matanao. Bentuk khas Sulawesi dan Halmahera dan Busur Banda yang berbentuk gelang adalah akibat pergeseran benua Australia yang menuju ke utara bergabung dengan pergeseran menuju barat dari Lempeng Pasifik (Audley-Charles, 1976).

Sukanto (1982) beranggapan, bahwa terjadinya tekanan mendatar ke arah timur-barat di daerah Sulawesi Selatan menyebabkan terjadinya sesar sungkup yang mengesarkan batuan yang berumur Kapur ke atas batuan Tersier di daerah Bantimala.

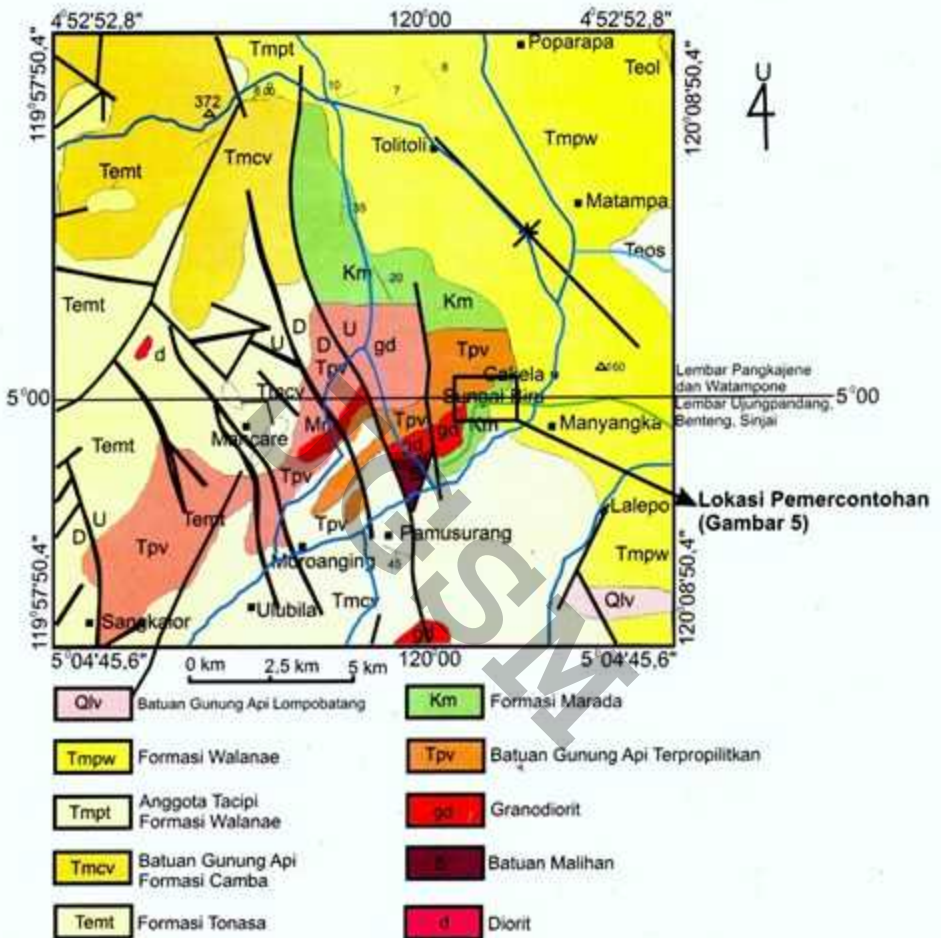
Formasi Balangbaru

Posisi stratigrafi Formasi Balangbaru dan Marada di dalam kolom stratigrafi Sulawesi bagian Selatan dapat dilihat pada Gambar 4.

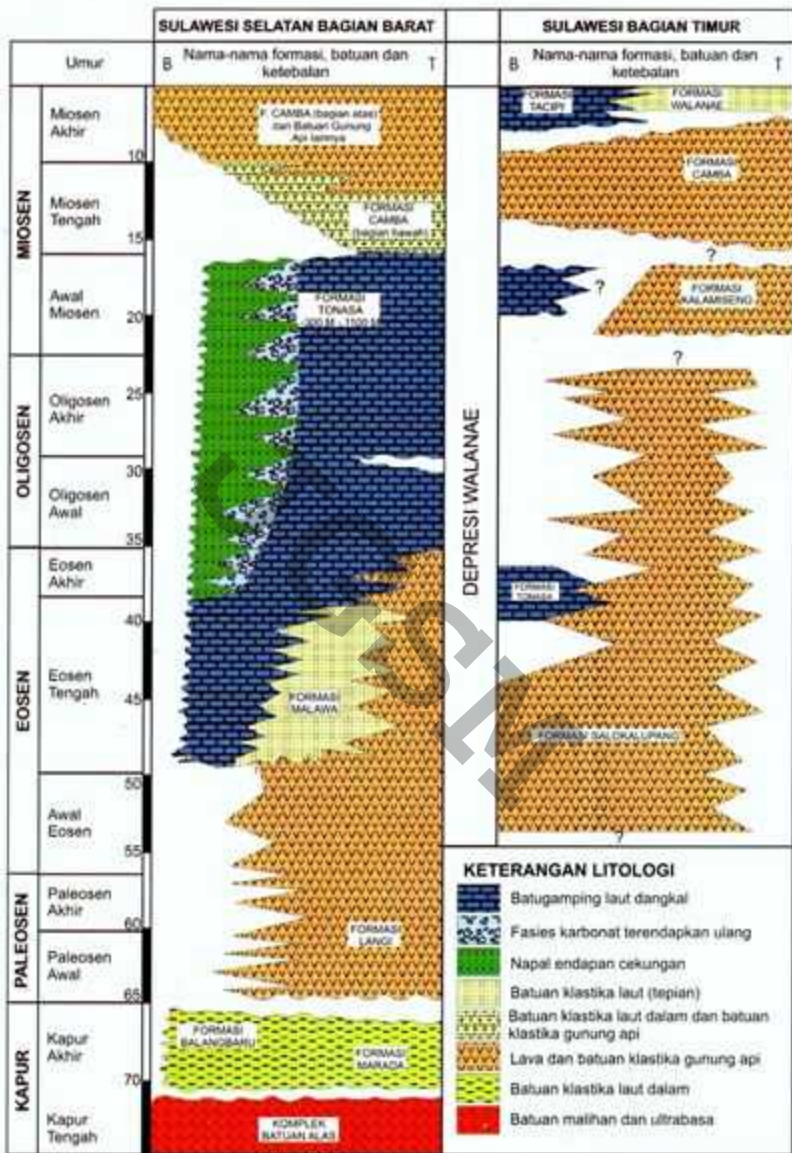
Formasi ini terdiri atas perselingan batu pasir halus sampai kasar, serpih, berlapis tipis. Formasi Balangbaru merupakan endapan turbidit menindih satuan kompleks Tektonik Bantimala. Terobosan-terobosan batuan beku (andesitik) sering dijumpai di sepanjang Sungai Balangbaru. Formasi ini tidak mengalami perubahan (deformasi), tetapi mempunyai kemiringan ke arah timur yang berarti bahwa pengendapan formasi ini terjadi setelah penunjaman pada kala Kapur Awal terhenti. Sukanto (1975b, 1982, 1986) dan Hasan (1990, 1991, 1992) berkesimpulan bahwa formasi ini tidak termasuk ke dalam Kompleks Tektonik Bantimala, sedangkan Wakita dr. (1996) beranggapan bahwa formasi ini masih merupakan bagian dari Kompleks Tektonik Bantimala.



Gambar 2. Peta geologi penyebaran Formasi Balangbaru (Sukanto, 1982/Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai).



Gambar 3. Peta geologi penyebaran Formasi Marada (Sukamto, 1982/ Lembar Pangkajene dan Watampone, Sukamto dan Supriatna, 1982/ Lembar Ujungpandang, Benteng, Sinjai).



Gambar 4. Stratigrafi daerah penelitian (dimodifikasi dari Wilson, 1995).

Hasan (1991, 1992) membagi Formasi Balangbaru menjadi tiga anggota, yaitu 1) Anggota Allup, merupakan endapan aliran pekat (*debris flow*) yang merupakan kumpulan lingkungan kipas dalam, 2) Anggota Panggalungan, merupakan endapan turbidit jauh (*distal turbidite*) berupa kumpulan lingkungan kipas luar sampai dataran cekungan, dan 3) Anggota Bua yang merupakan endapan turbidit dekat (*proximal turbidite*), yaitu pada lingkungan kipas tengah. Formasi ini tersingkap baik di sepanjang Sungai Balangbaru dan anak-anak sungainya dan ketebalan formasi ini diperkirakan oleh Hasan (1990) mencapai 3000 m. Formasi ini ditindih oleh Formasi Malawa yang berumur Eosen Tengah (Hasibuan, 2001, 2006, 2009) secara tidak selaras (Potret 1).

Pemercontohan fosil dilakukan dekat sentuhan antara Formasi Balangbaru dan Formasi Malawa di tebing Sungai Malawa, desa Malawa. Dari lokasi ini dapat dikumpulkan keratan fosil amonit, bivalvia dan ekinoid.

Formasi Marada

Formasi ini terdiri atas perselingan batupasir kotor, batulumpur, dan serpih, kadang diselengi oleh lapisan tebal batupasir mencapai 1 m (Potret 2). Lapisan serpih semakin berkurang ke arah atas dan kemudian menjadi lapisan-japisan tipis saja. Di dalam formasi ini sering ditemukan andesit dan trakhi andesit berupa *sill* di beberapa lokasi.

Formasi ini merupakan bagian dari turbidit jauh (*distal turbidite*) dan oleh van Leeuwen (1981) menyebutnya sebagai endapan "*laminites*" dari Lombart (1960). *Laminities* ini dianggap sebagai sekuen sama dengan turbidit, tetapi yang diendapkan jauh dari sumber sedimennya (Aubouin, 1965). Dengan demikian kemungkinan Formasi Balangbaru merupakan endapan distal turbidite dari suatu sistem turbidit. Struktur sedimen yang ditemukan antara lain perlapisan berangsur, laminasi silang (Potret 3) dan *syn-sedimentary folding structure* (Potret 4).

Pemercontohan fosil dilakukan di sepanjang Sungai Biru di sekitar Desa Biru, di utara Pamusurang. Percontohan fosil di sini tidak menemukan makro fosil, kecuali fosil jejak (*trace fossil*). Penelitian di

laboratorium menunjukkan Formasi Marada ini hanya mengandung fosil nano yang cukup melimpah. Ketebalan Formasi Marada di daerah ini mencapai 750 m (van Leeuwen, 1981), walaupun batas atas dan bawahnya tidak dapat diamati.

Dengan data tersebut di atas dapat disimpulkan, bahwa kemungkinan formasi ini merupakan bagian dari Formasi Balangbaru yang dapat disamakan dengan Anggota Panggalungan. Keberadaan Formasi Marada (bagian dari Formasi Balangbaru) ini merupakan hasil pensesaran Sesar Walanae yang bersifat sesar perpindahan menjurus (*strike-slip fault*), sehingga teralihtempatkan ke posisinya yang sekarang.

PALEONTOLOGI

Penelitian menemukan beberapa jenis fosil yang belum pernah dilaporkan sebelumnya. Dalam penelitian ini telah dapat dikenali beberapa jenis fosil nano, ekinoid, amonit, dan bivalvia.

Fosil nano

Hasil analisis laboratorium di Laboratorium Paleontologi, Pusat Survei Geologi mengenali jenis fosil nano dari beberapa lokasi pemercontohan (Gambar 5) di sekitar Bendungan Sungai (Salo) Biru sebagai berikut:

Nomor lokasi 95FH103: *Ceratolithoides aculeus*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *L. arcuatus*, *Micula murus* dan *Lithraphidites quadratus*.

Nomor lokasi 95FH104: *Lucianorhabdus maleformis*, *L. Cayeuxii*, *Ceratolithoides kamptneri*, dan *C. aculeus*.

Nomor lokasi 95FH105: *Lithraphidites quadratus*, *Ceratolithoides kamptneri*, *C. aculeus*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *L. maleformis*, dan *Micula concava*.

Nomor lokasi 95FH106: *Lithraphidites quadratus*, *Ceratolithoides aculeus*, dan *Prediscosphaera* sp.

Berdasarkan kumpulan jenis fosil nano dapat disimpulkan bahwa umur percontohan tersebut di dalam Formasi Marada berkisar antara *Turonian* dan *Maastrichtian* Awal dalam zona biostratigrafi Sissingh (1977).



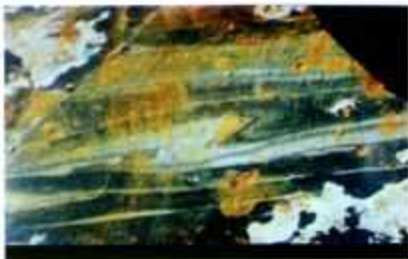
Potret 1. Sentuhan antara Formasi Balangbaru (Kapur) dan Formasi Malawa (Eosen Tengah) secara tidak selaras



Potret 2. Peseleangan batupasir dan serpih tipis di dalam Formasi Marada



Potret 3. Perlapisan silang siur di dalam Formasi Marada.



Potret 4. Struktur perlipatan di dalam Formasi Marada (syn-sedimentary structure)

Ekhinodermata

Echinodermata gen et sp. indet

Potret 5

Material: Spesimen yang ditemukan hanya satu yang sangat lapuk. Berdasarkan bentuknya spesimen ini adalah "bulu babi", yaitu ekinoid dari marga sea urchin yang tidak teratur (*irregular*) yang bentuknya agak lonjong. Pada lempeng cangkang (*carapace*) masih dapat dilihat beberapa bekas dasar duri (*spines*).

Pemerian: Spesimen ini tidak dapat diperikan lebih jauh karena pengawetannya yang sangat buruk.

Lokasi penemuan (4°52' 22" LU; 119°54' 30" BT): Ditemukan di dalam serpih Formasi Marada bersama dengan *Grossouvreites* sp. indet. Di tepi Sungai Malawa, desa Malawa.

Bivalvia

Class BIVALVIA Linne, 1758
 Order PTERIOIDA Newell, 1965
 Suborder PTERIOIDA Newell, 1965
 Superfamily PTERIACEA Gray, 1847
 Family INOCERAMIDAE Giebel, 1852
 Genus *Inoceramus* Sowerby, 1814
 Subgenus *Inoceramus* Sowerby, 1814
Inoceramus (Inoceramus) sp. indet.

Potret 6

Material: Hanya satu spesimen katup kanan bagian atas (*dorsal*) yang terlihat, selebihnya tertanam (*embedded*) di dalam batuan serpih kompak kehitaman.

Pemerian: Katup agak cembung (*convex*), berbentuk membulat tanggung (*suborbicular*), tinggi sedikit lebih besar daripada panjangnya. Ggir (*ribs*) melingkar terbagi atas ggir utama berupa lipatan dan ggir kedua (*secondary ribs*) yang lebih halus dan teratur (*regularly spaced*), berjumlah sampai 5 buah di antara dua lipatan. Bagian engsel dan tepi tidak terlihat.

Keterangan: berdasarkan ggir yang ada pada permukaan cangkang mirip sekali dengan *Inoceramus teraokai* dari Anggota Atas Formasi Tano, Kelompok Onogawa, Oita Prefecture, Jepang yang yang berumur *Turonian* Tengah yang dilaporkan oleh Noda (1975). Spesimen ini agak sedikit berbeda dengan *Inoceramus hobetsensis* dari Hokaido yang

juga berumur Turonian Akhir yang mempunyai puncak lipatan dari gilir utama yang melancip, juga dilaporkan oleh Noda (1975). Potret 7 adalah *Inoceramus terakoi* dari Jepang, dijadikan sebagai pembanding dengan spesimen yang ditemukan dalam penelitian ini.

Lokasi penemuan: Di dalam serpih gelap Formasi Balangbaru, Sungai Malawa, desa Malawa.

Amonit

Suborder Ammonitina Hyatt, 1867
 Superfamily DESMOCERATACEAE Zittel, 1895
 Family KOSSMATICERATIDAE Spath, 1922
 Genus *Grossouvreites* Kilian & Reboul, 1909
Grossouvreites sp. indet.
 Potret 8

Material: Hanya satu keratan yang ditemukan, sangat lapuk, bagian umbilikus tidak terawetkan.

Pemerian: Spesimen mungkin pipih (*compressed*), putaran agak tertutup (*involute*), benjolan (*tubercles*) mungkin ada. Gilir (*ribs*) halus dan agak rapat. Benjolan pada daerah umbilikus tidak tampak, tetapi dapat dipastikan menyebar dari satu titik atau benjolan, yang kemudian mengasar ke arah luar (*ventral*). Spesimen ini kurang lengkap, sehingga pemerian sampai tingkat jenis (*species*) tidak dapat dilakukan.

Keterangan: Marga (*genus*) ini banyak ditemukan di Selandia Baru, Chile, Grahmland berumur *Campanian* (Arkell dr., 1968). *Grossouvreites gemmatus* dari Chile juga berumur *Campanian*. Dengan demikian, marga yang ditemukan ini di Formasi Balangbaru dapat disimpulkan juga berumur *Campanian*.

Lokasi penemuan: Marga amonit ini ditemukan di dalam serpih gelap di dalam Formasi Balangbaru, di tepi Sungai Malawa dekat sentuhan dengan Formasi Malawa di atasnya.

Fosil Jejak

Spirorhaphé sp. indet *ichnosp.*
 Potret 9.

Material: Ditemukan hanya satu spesimen sejajar berlapisan berupa dua putaran saja.

Pemerian: Fosil ini hanya terdiri atas dua putaran (*spirals*) yang bagian tengahnya (*awal/central loop*) tidak terawetkan. Pada umumnya marga

(*Ichnogenus*) ini terdiri atas banyak putaran (*multi-floored*). Walaupun hanya ditemukan berupa dua putaran saja dan beberapa ciri dapat dipastikan spesimen ini termasuk ke dalam marga *Spirorhaphé*. Spesimen ini hanya berupa satu putaran (*one way spiral*) yang ditemukan, sedangkan simpul tengahnya (*central loop*) tidak terlihat lagi.

Nama marga ini semula banyak di samakan dengan marga lain seperti *Helminthopsis*, *Cosmorhaphé* dan yang lainnya.

Keterangan: *Spirorhaphé* banyak ditemukan dalam lingkungan pengendapan *proximal* pada daerah *Outer Fan* sampai distal pada suatu sistem endapan turbidit. Jejak marga ini merupakan hasil angronan (*grazing*) sebagai cara hidupnya di permukaan sedimen. Marga ini merupakan marga yang sangat banyak jenisnya seperti *Spirorhaphé involuta*, *S. azteca*, *S. graeca* seperti yang dilaporkan oleh Seilacher (1977). Crimes (1975) berkesimpulan bahwa kisaran umur *Spirorhaphé* ini dari Kapur sampai Oligosen dan hidup dalam lingkungan laut dalam di zona abisal (*abyssal zone*) sejajar pada permukaan sedimen, biasanya pada endapan flysch (Häntzschel, 1975). Marga ini tersebar sangat luas seperti di Austria, Spanyol, Itali, Polandia, Alaska dan umumnya berkisar antara Kapur sampai Tersier Awal.



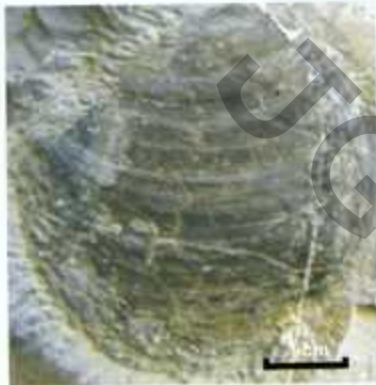
Gambar 5. Peta lokasi pemerincantoran Formasi Marada di daerah Marada.



Potret 5. Echinodermata *gen.et sp. indet* dari Formasi Balangbaru.



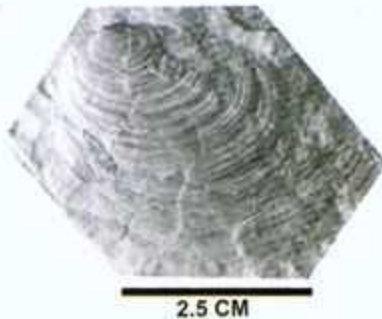
Potret 8. *Grossovireites sp. indet* dari Formasi Balangbaru.



Potret 6. *Inoceramus sp.* dari Formasi Balangbaru



Potret 9. *Spirorhaphe sp.* dari Formasi Marada



Potret 7. *Inoceramus teraokai* dari Formasi Tano, Oita Prefecture, Jepang

DISKUSI

Hasil penelitian menunjukkan keberadaan fosil makro di dalam Formasi Balangbaru dan Formasi Marada dan untuk pertama kali ini dilaporkan. Penelitian dan pemercontohan yang lebih terperinci dapat membuktikan bahwa kedua formasi tersebut di atas kaya fosil makro. Pengawetan fosil makro yang ditemukan kurang baik mungkin disebabkan oleh pengaruh malihan yang walaupun tingkat rendah telah terjadi terhadap batuan dalam formasi-formasi tersebut.

Fosil makro yang ditemukan di dalam Formasi Balangbaru di daerah Malawa berupa ekinoid, bivalvia, dan amonit menunjukkan lingkungan yang tidak terlalu dalam. Sementara keberadaan fosil nano dan fosil jejak di dalam Formasi Marada

menunjukkan lingkungan pengendapan yang lebih dalam. Hal ini membuktikan bahwa Formasi Marada merupakan bagian yang lebih jauh (*distal*) dari suatu endapan turbidit Formasi Balangbaru dan formasi ini dapat dikorelasikan dengan Anggota Panggalungan Formasi Balangbaru dari Hasan (1990, 1991, 1992).

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- Keberadaan fosil makro (ekhinoid, bivalvia, dan amonit) di dalam Formasi Balangbaru untuk pertama kali dilaporkan.
- Keberadaan fosil jejak dan fosil nano di dalam Formasi Marada menunjukkan lingkungan pengendapan yang dalam dan terbuka.
- Kedua Formasi Balangbaru dan Formasi Marada

merupakan satu kesatuan yang diendapkan dalam lingkungan arus turbidit.

- Formasi Marada merupakan bagian yang jauh (*distal*) dari suatu endapan turbidit dan dapat dikorelasikan dengan Anggota Panggalungan dari Formasi Balangbaru.
- Umur kedua formasi tersebut adalah Kapur berkisar antara Turonian sampai Maastrichtian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi karena atas izinnya makalah ini dapat diterbitkan. Terima kasih penulis pula sampaikan kepada Koordinator Kelompok Pemetaan dan Penelitian Dasar, rekan-rekan yang telah bekerja sama selama di lapangan, terutama anggota tim dari Laboratorium Paleontologi, Pusat Survei Geologi.

ACUAN

- Arkell, W.J., Furnish, W.M., Kummel, B., Miller, A.K., Moore, R.C., Schindewolf, O.H., Sylvester-Bradley, P.C., and Wright, C.W., 1968. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part L: Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea. *Geol. Soc. Amer. & Univ. Kansas Press*.
- Aubouin, J. 1965. Geosynclines developments in geotectonics. *Elsevier, Amsterdam*: 335 p.
- Audley-Charles, M.G., 1976. Mesozoic evolution of the margins of Tethys in Indonesia and the Philippines. *Proc. 5th Ann. Conv. Indon. Petrol. Assoc.* 2: 25-52.
- Crimes, T.P., 1975. The Stratigraphic Significant of Trace Fossils. In: *The Study of Trace Fossils* (Robert W. Frey ed.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg New York.
- Häntzschel, W., 1975. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W, Miscellaneous, Suppl. 1, Trace Fossils and Problematica. *Geol. Soc. Amer. Inc. and Univ. Kansas*.
- Hasan, K., 1990. The Upper Cretaceous Flysch Succession of the Balangbaru Formation, Southwest Sulawesi, Indonesia. Royal Holloway and Bedford New College, Univ. London. Ph.D. Thesis. Tidak diterbitkan.
- Hasan, K., 1991. The Upper Cretaceous Flysch Succession of the Balangbaru Formation, Southwest Sulawesi, Indonesia. *Proc. Indon Petrol. Assoc. 20th Ann. Conv.*: 183-208.
- Hasan, K., 1992. Post Convention Field Trip Southwest Sulawesi. Puslitbang Geologi Bandung, tidak diterbitkan.
- Hasibuan, F., 2001. *Ostrea (Turkostrea) doidoiensis* n.sp. from the Middle Eocene of Malawa Formation, South Sulawesi. *Proc. Indon. Assoc. Geol. Geosea 2001, Ann. Reg. Congr. Jogjakarta*.
- Hasibuan, F., 2006. *Ostrea (Turkostrea) doidoiensis* Hasibuan from the Bayah Formation, West Java: A new find. *Jurnal Sumber Daya Geologi XVI*(1): 16-29.
- Hasibuan, F., 2009. Lingkungan Pengendapan Formasi Malawa, Sulawesi Selatan berdasarkan kandungan makro fosil. *Jurn. Sumber Daya Geologi 19*(2): 95-1006.

- Katili, J.A., 1978. Past and present tectonic position of Sulawesi, Indonesia. *Tectonophysics* 45: 289-322.
- Lombart, A., 1960. Les laminitis et la stratification du flysch. *Arch. Scie. (Geneva)* 13: 567-570.
- Noda, M., 1975. Succession of *Inoceramus* in the Upper Cretaceous of Southwest Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. D. Geol.* XXIII(2): 211-261.
- Seilacher, A., 1977. Pattern analysis of *Paleodictyon* and related trace fossils. In: Trace fossils 2. *Geol. Journ. Spec. Issue* 9. Liverpool Geological Society.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geol. Mijnbouw* 56(1): 37-65.
- Sukanto, R., 1975a. Perkembangan tektonik di Sulawesi dan daerah sekitarnya suatu sintesis perkembangan berdasarkan tektonik lempeng. *Majalah IAGI*.
- Sukanto, R., 1975b. The structure of Sulawesi in the light of plate tectonics. *Proceeding of the Regional Conference on the Geology and Mineral Resources of South East Asia, Jakarta*: 1-25.
- Sukanto, R., 1982. *Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi, Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Sukanto, R., 1986. Tektonik Sulawesi Selatan dengan acuan khusus ciri-ciri himpunan batuan daerah Bantimala. Desertasi Doktor, ITB, tidak diterbitkan.
- Sukanto, R. & Supriatna, S., 1982. *Geologi Lembar Ujungpandang, Benteng dan Sinjai, Sulawesi, Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Tjia, H.D., 1993. Quaternary palaeogeography of the Indonesian Archipelago resulting from crustal movement. *Internat. Conf. on Human Paleocology*, Jakarta, Indonesia.
- Van Leeuwen, Th. M., 1981. The geology of southwest Sulawesi with special reference to the Biru area. In: The geology and tectonics of Eastern Indonesia. (A.J. Barber & S. Wiryosujono (eds.)). *GRDC Spec. Publication* 2: 277-304.
- Visser, W.A. & Hermes, J.J., 1962. Geological results of the exploration for oil in Nederlands Nieuw Guinea. *Trans. Roy. Neth. Geol. Min. Soc.* 20: 265 p.
- Wakita, K., Munasri, Sopaheluwakan, J., Zulkarnain, I., dan Miyazaki, K., 1994. In: Tectonic Evolution Of South East Asia (eds. R. Hall & D.J. Blundell). *Geol. Soc. London Spec. Publ.* 106: 353-364.
- Wakita, K., Sopaheluwakan, J., Miyazaki, K., Zulkarnain, I., dan Munasri, 1996. In: Tectonic Evolution of Southeast Asia (. Early Cretaceous tectonic events implied in time-lag between the age of radiolarian chert and its metamorphic basement in Bantimala area, South Sulawesi, Indonesia. *Island Arc* 3: 90-102.
- Wilson, M.E.J., 1995. Evolution and Hydrocarbon Potential of The Tertiary Tonasa Limestone Formation, Sulawesi, Indonesia, *Proc. Indon. Petrol. Assoc 25th, Silver aniv.conv*: 227-240.