

## LINGKUNGAN PENGENDAPAN FORMASI MALAWA, SULAWESI SELATAN BERDASARKAN KANDUNGAN MAKRO FOSIL

Fauzie Hasibuan

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

### SARI

Penelitian makrofosil, terutama moluska yang dikandung oleh Formasi Malawa mengungkapkan lingkungan pengendapannya. Empat penampang stratigrafi yang mewakili formasi tersebut telah diukur dan mengandung fosil moluska yang terawetkan dengan baik. Hasil analisis menunjukkan bahwa Formasi Malawa yang berumur Eosen Tengah ini diendapkan dalam lingkungan hutan bakau, dekat pantai, berarus kuat, kadang-kadang dipengaruhi air tawar (sungai), suatu lingkungan yang berbentuk laguna dan pematang pasir (*sand-bar*), seperti lingkungan delta.

Kata kunci: Formasi Malawa, Eosen Tengah, moluska, bakau, lingkungan delta

### ABSTRACT

*The study of molluscs from the Malawa Formation revealed the paleoenvironmental deposition of the formation. Four measured stratigraphic sections which are representastive of the formation contain well preserved molluscan fauna. The results of analysis indicate that the Malawa Formation of Middle Eocene age has been deposited in a mangrove environment, near shore, high energy, with fresh water influx such as rivers, in a lagoon with sand bars, a kind of deltaic environment.*

*Keywords: Malawa Formation, Middle Eocene, molluscs, mangrove, deltaic environment*

### PENDAHULUAN

Formasi Malawa tersebar di Sulawesi Selatan, antara lain di daerah-daerah Padanglampe, Doidoi, Malawa, sepanjang Sungai Duri, Gatareng, Sungai Umpung, Birane, dan Tondongkura. Selain mengandung batubara, formasi ini juga mengandung fosil moluska yang terawetkan dengan cukup baik. Dalam rangka inventarisasi endapan batubara secara nasional, telah dilakukan penelitian terhadap formasi tersebut. Dalam kesempatan ini telah pula dilakukan penelitian khusus terhadap kumpulan fosil moluska yang dijumpai, guna menunjang analisis lingkungan pengendapan batubara terkait.

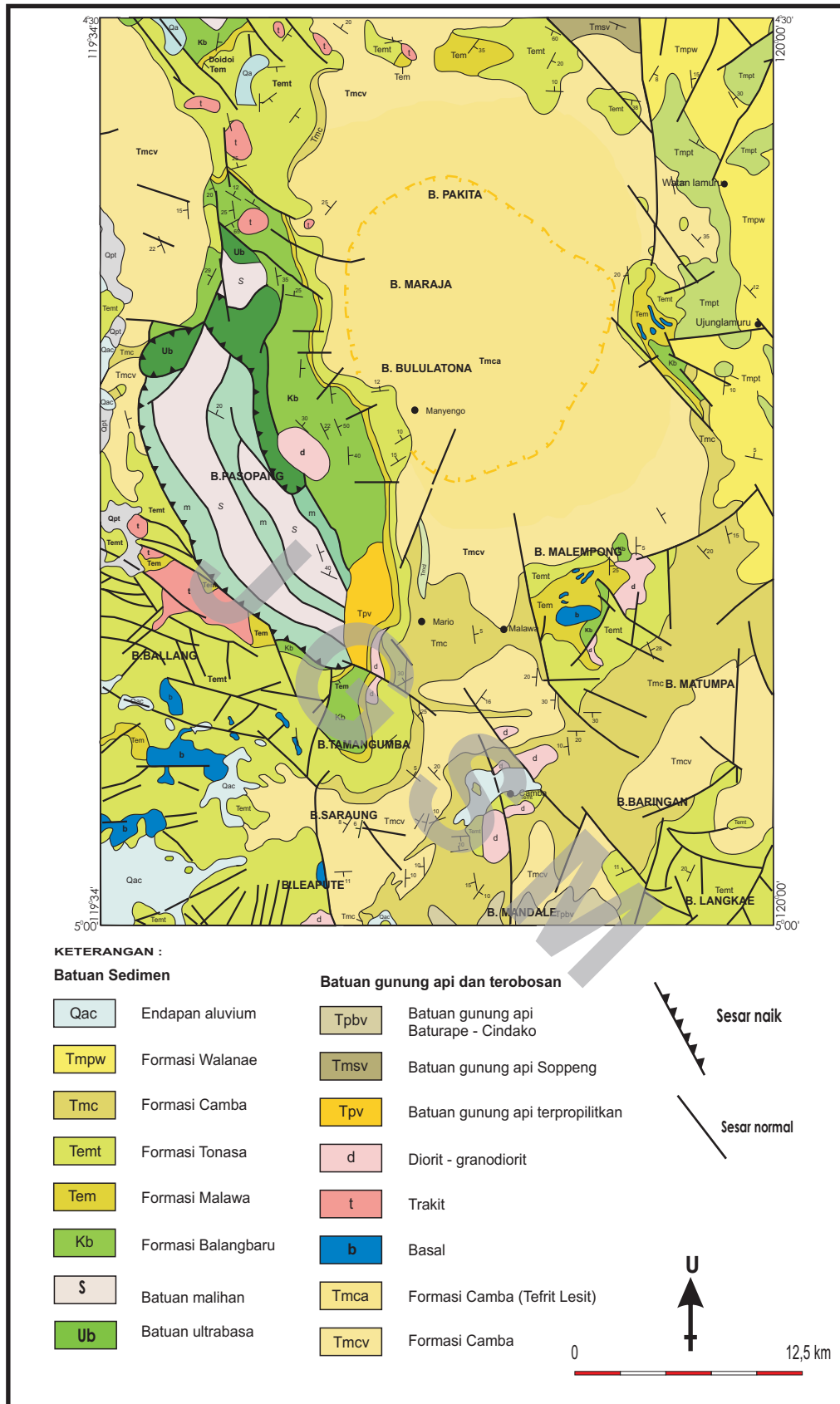
Maksud penelitian ini ialah untuk menganalisis lingkungan pengendapan Formasi Malawa yang mengandung lapisan-lapisan batubara berdasarkan kandungan makrofosilnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan pada penelitian batubara di daerah lain di masa mendatang.

Makalah ini lebih ditekankan pada percontoh fosil moluska yang dikumpulkan dalam kegiatan lapangan

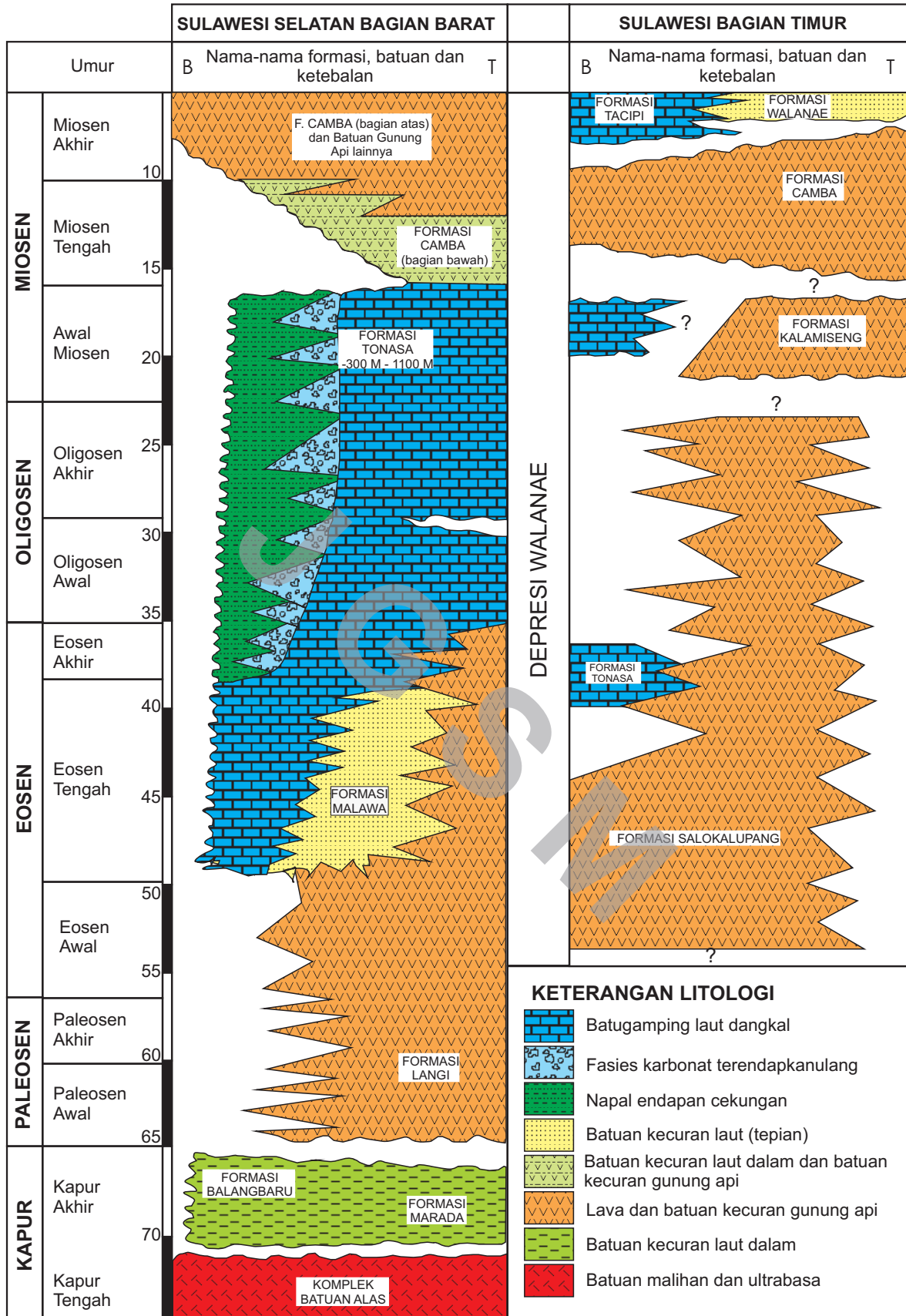
untuk dijadikan dasar analisis pengendapan Formasi Malawa. Walaupun demikian, penelitian kelompok fosil lain, seperti seperti foraminifera, nanoplankton, dan palinologi juga dilakukan. Penentuan umur Formasi Malawa juga didukung oleh keberadaan kelompok fosil-fosil lain seperti tersebut di atas.

Makalah ini merupakan pengembangan laporan penelitian lapangan yang tersimpan di perpustakaan dan Laboratorium Paleontologi, Pusat Survei Geologi, Bandung.

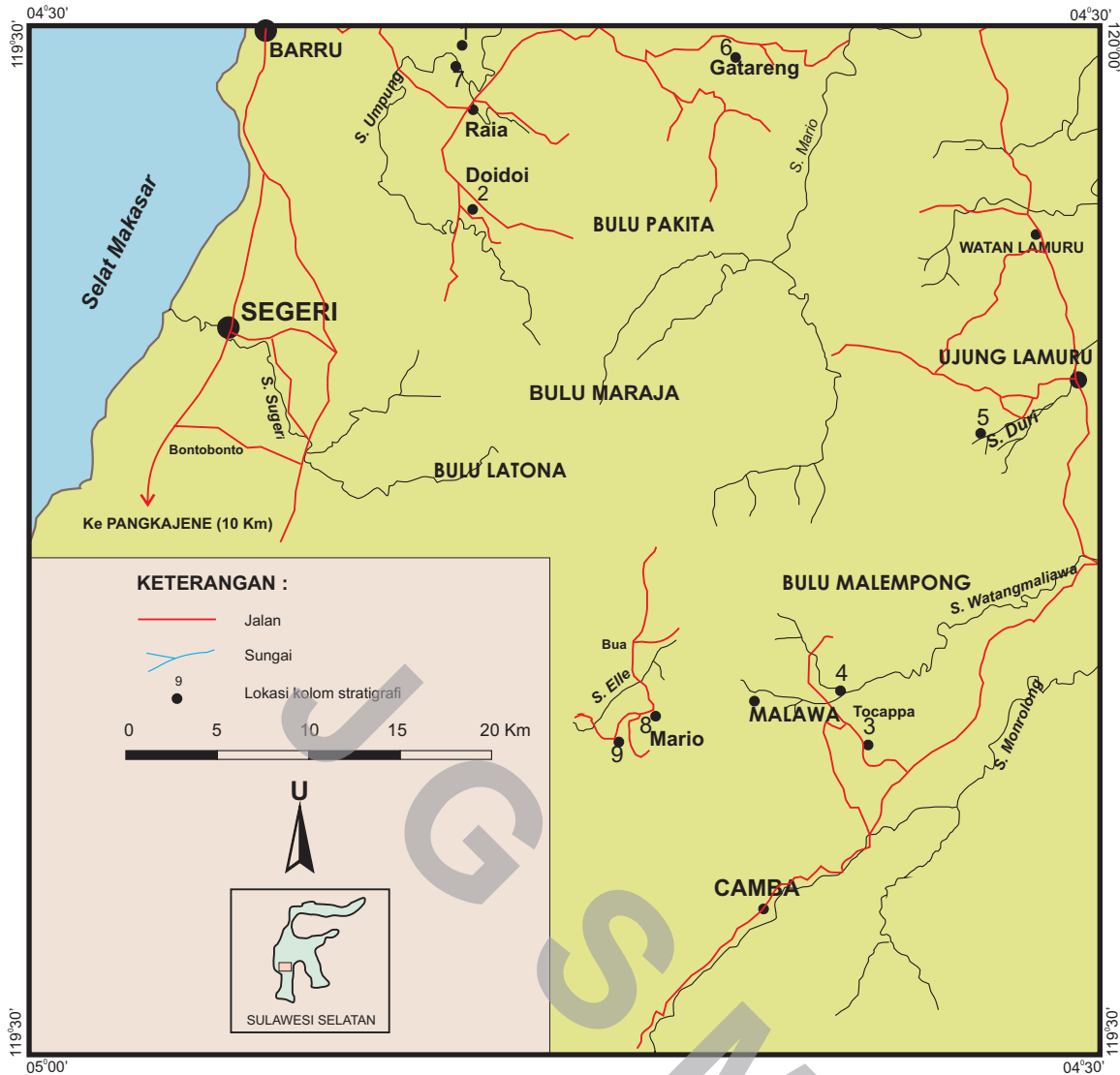
Daerah penelitian meliputi Kabupaten Barru, Pangkep, dan Bone, Sulawesi Selatan. Sebagai peta dasar, dipakai peta topografi Lembar Camba, Lalebata, dan Segeri dengan skala 1:50.000 yang diterbitkan oleh BAKOSURTANAL. Peta geologi daerah penelitian termasuk di Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi, Skala 1:250.000 (Sukamto, 1982) (Gambar 1). Kedudukan stratigrafi formasi-formasi batuan di daerah ini dapat dilihat pada Gambar 2. Peta lokasi pembuatan penampang terukur dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Peta geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi Selatan (Sukanto, 1982).



Gambar 2. Stratigrafi daerah penelitian (dimodifikasi dari Wilson, 1995a).



Gambar 3. Peta lokasi pembuatan penampang terukur.

### METODE PENELITIAN

Untuk penelitian ini telah dibuat sembilan penampang stratigrafi terukur Formasi Malawa di tempat-tempat yang singkatannya dianggap mewakili. Kemudian dilakukan pemercontohan litologi dan fosil moluska untuk keperluan analisis laboratorium.

Tidak semua dari sembilan penampang terukur mengandung makrofosil yang layak dideterminasi. Penelitian di laboratorium menunjukkan banyak di antara makrofosil tersebut sudah sangat lapuk, tidak lengkap (rusak), dan mempunyai cangkang yang memang sangat tipis. Pengukuran penampang stratigrafi dilakukan di daerah Padanglampe, di Desa Doidoi, lokasi penambangan pasirkuarsa di Desa

Malawa, sepanjang anak Sungai Malawa, sepanjang Sungai Duri, di Desa Birane, sepanjang Sungai Umpung, di Desa Gatareng, dan di Desa Tondongkura. Korelasi antar penampang terukur tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. Tebal maksimum Formasi Malawa yang terukur mencapai 60 m, jauh berbeda dengan yang diperkirakan oleh Sukanto (1982), yaitu 400 m.

### GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Secara tektonis Pulau Sulawesi merupakan pertemuan tiga lempeng samudra, yaitu Indo-Australia yang bergerak ke utara, Pasifik yang bergerak ke arah barat, dan Eurasian yang relatif statis.

Pulau ini dibagi menjadi empat lajur tektonik (Sukamto, 1986), yaitu Lajur Gunung Api Plutonik Sulawesi Bagian Barat, Lajur Metamorfosa Sulawesi Tengah, Lajur Ofiolit Sulawesi Bagian Timur, dan Paparan Banggai-Sula. Daerah penelitian terletak pada Jalur Gunung Api Plutonik Sulawesi Bagian Barat.

Formasi Malawa menempati daerah perbukitan rendah di daerah penelitian (Potret 1 dan Potret 2). Formasi ini dialasi secara tidak selaras oleh Formasi Balangbaru yang berumur Kapur Akhir (Potret 3). Formasi Balangbaru merupakan endapan tipe *flysch* (*flysch type deposit*) (Hasan, 1992).

Di bagian bawah, Formasi Malawa terdiri atas batupasir kuarsa dan konglomerat kuarsa. Ke arah atas batuanya berangsur menjadi berbutir lebih halus dengan sisipan lapisan-lapisan batubara diikuti oleh batulanau dan napal yang menunjukkan aspek endapan laut (Potret 4). Pada batulempung, misalnya di Sungai Umpung (Potret 5) banyak ditemukan makrofosil (moluska, koral) dan mikrofosil (foraminifera, nanoplankton, spora, dan serbuk sari). Fosil moluska sering ditemukan pada lapisan batugamping, tetapi pemercontohnya sangat sulit dilakukan (Potret 6). Di daerah Padanglampe, formasi ini mengandung lapisan batubara di antara lapisan batupasir dan lempung (Potret 7). Di daerah Gatareng, ditemukan lapisan batubara yang cukup tebal (6 m) (Potret 8). Kusnana dan Mangga (2007) telah menganalisis kandungan batubara di daerah Kandangsapi dan Bakeko yang menunjukkan nilai kalori antara 2400 sampai 4600 kal/gram dan antara 5000 sampai 6000 kal/gram.

Formasi Malawa ditindih selaras oleh Formasi Tonasa yang terdiri atas endapan batugamping paparan. Di beberapa tempat Formasi Malawa menjemari dengan *Langi Volcanics* (Wilson, 1995a,b; Hasibuan, 1995, 1997; Wilson dan Bosence, 1996).

### UMUR FORMASI MALAWA

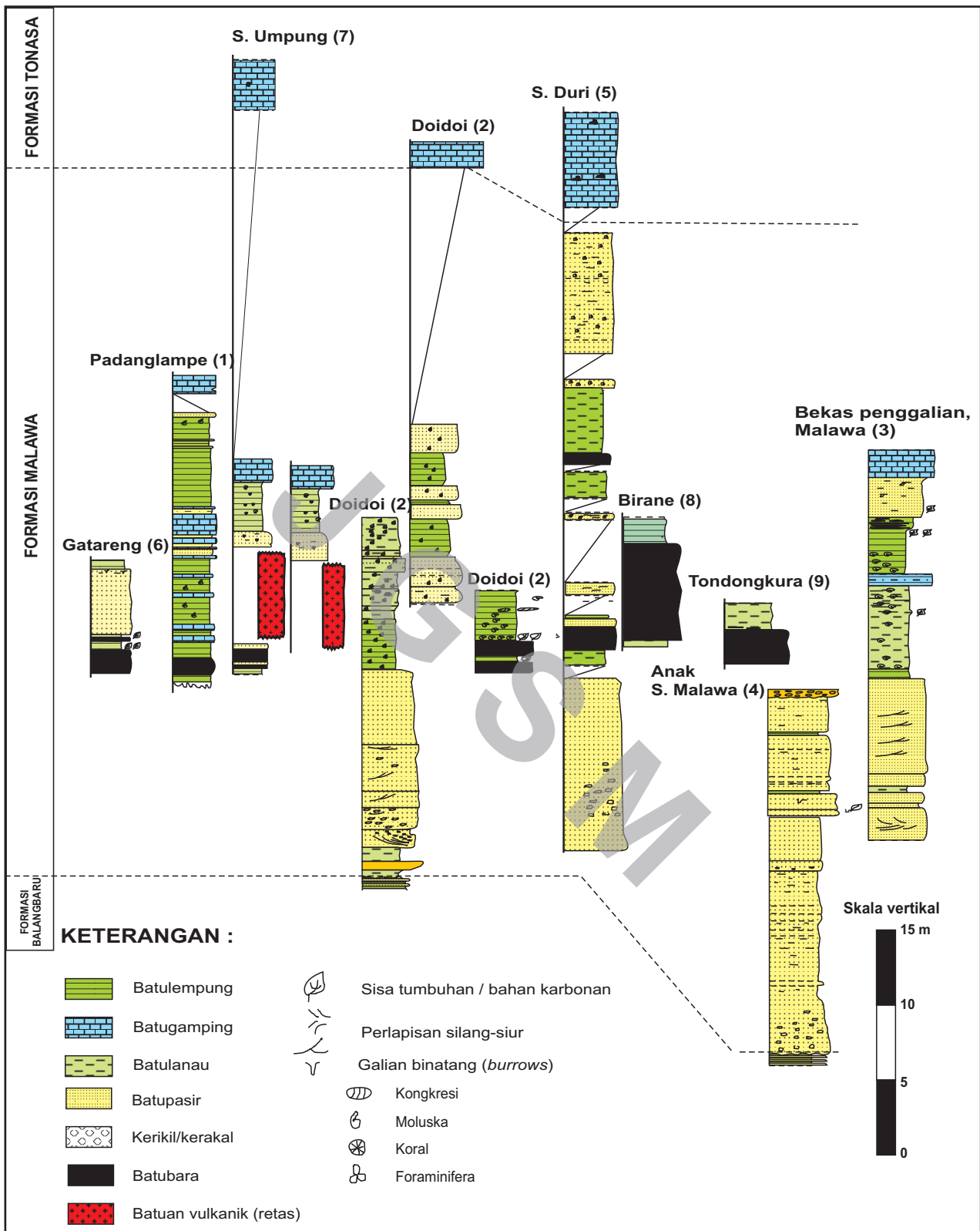
Penentuan umur Formasi Malawa dilakukan berdasarkan hasil penelitian laboratorium beberapa kelompok fosil seperti serbuk sari/spora, nanoplankton, foraminifera, dan moluska.

Berdasarkan keberadaan fosil serbuk sari dari Penggalan Tonasa-I dan Barru di dalam lapisan

teratas Formasi Malawa Khan & Tsudy (lihat Sukamto, 1982) menyimpulkan umur formasi ini adalah Paleogen. Hazel (lihat Sukamto, 1982) meneliti fosil ostrakoda dan menyimpulkan juga bahwa umur Formasi Malawa adalah Eosen. Crotty & Engelhardt (1993) menemukan spesies serbuk sari *Retitribrevicolporites matamanadhensis* yang berumur Eosen Tengah seperti di India dan spesies dinoflagelata seperti *Muratodinium fimbriatum* dan *Homotryblium floripes* juga menunjukkan umur Eosen Tengah.

Keberadaan spesies foraminifera besar seperti *Fasciolites* sp. dan *Nummulites javanus* di bagian bawah Formasi Tonasa menunjukkan, bahwa umur Formasi Malawa tidak lebih muda dari akhir Eosen Tengah atau lebih muda dari Ta<sub>3</sub> (Sudijono, 1995; 2001, kom. tertulis; Suyoko dr. 2001). Hasibuan (2001) melaporkan bahwa jenis bivalvia yang banyak ditemukan di dalam lapisan batupasir halus dan batulempung adalah *Ostrea (Turkostrea) doidoiensis* suatu *subgenus* yang umum ditemukan pada batuan berumur Eosen (Hasibuan, 2006), seperti di Asia Tengah, Afrika Utara (Cox dr., 1971), di Kyrgyzstan (Averianov, 1994), di Argentina (Kiser, 1997), di Texas (Perrilliat, 2001), di Mexico (Vega dr., 2007).

Pada penelitian ini juga ditemukan adanya serbuk sari dan spora yang pengawetannya cukup baik. Dari sebanyak 22 percontohan yang diperiksa hanya tiga yang tidak mengandung fosil serbuk sari atau spora. Percontohan No. 01/DD/07 dari bagian tengah penampang terukur Doidoi mengandung satu jenis serbuk sari yang berumur Eosen Awal yaitu *Gemmatricolporites pilatus* bersama dengan *Palmaepollenites kutchensis* yang mempunyai kisaran umur Eosen Awal sampai Eosen Akhir. Keberadaan spesies Eosen Awal di sini kemungkinan merupakan fosil runtungan (*reworked*) dari lapisan yang lebih tua. Lapisan lebih tua ini kemungkinan bagian bawah Formasi Malawa sendiri atau formasi lain yang lebih tua. Hasil analisis menunjukkan, bahwa umur Formasi Malawa adalah Eosen Tengah. Umur bagian bawah Formasi Malawa dalam penelitian ini belum dapat ditentukan karena beberapa percontohan yang dikumpulkan tidak mengandung fosil (Polhaupessy, 2001, kom. tertulis; Suyoko dr. 2001).



Gambar 4. Korelasi penampang terukur di daerah penelitian.





Potret 1. Satuan morfologi perbukitan bergelombang Formasi Malawa di Desa Padanglampe.



Potret 5. Singkapan batulempung berselingan dengan batugamping, bagian atas Formasi Malawa di di Sungai Umpung.



Potret 2. Satuan morfologi perbukitan bergelombang Formasi Malawa di Desa Gatareng.



Potret 6. Singkapan batugamping mengandung moluska di dalam Formasi Malawa, di Sungai Umpung.



Potret 3. Kontak antara Formasi Balangbaru dan Formasi Malawa di dekat Desa Malawa.



Potret 7. Singkapan batulempung, batubara, batupasir, dan batugamping Formasi Malawa di Desa Padanglampe.



Potret 4. Singkapan fasies laut Formasi Malawa bagian tengah di Desa Doidoi.



Potret 8. Singkapan batulempung dan sisipan batubara di Desa Gatareng.

Spesies nanoplankton yang dikenali antara lain *Reticulofenestra umbilica*, *R. hampdenensis*, *Pemma basquensis*, *Ericsonia formosa*, *Braamdosphaera bigelowioi*, *Sphenolithus moriformis*, dan *Micrantholithus* sp. Dari himpunan spesies fosil nanoplankton ini dapat disimpulkan bahwa umur Formasi Malawa Eosen Tengah (NP16-NP17) (Limbong, 2001, kom. tertulis; Suyoko dr. 2001).

## KANDUNGAN MAKROFOSIL

Dari sebanyak 9 penampang stratigrafi yang telah diukur hanya empat yang dipakai dalam analisis lingkungan pengendapan formasi. Hal ini karena dari empat penampang tersebut ditemukan jenis makrofosil seperti moluska (dominan), koral, dan artropoda yang pengawetannya cukup baik dan dapat dikenali. Keempat penampang terukur tersebut masing-masing adalah Sungai Umpung, Padanglampe, Doidoi, dan Gatareng.

Kandungan makrofosil masing-masing penampang adalah sebagai berikut:

### Penampang S. Umpung

Gastropoda:

*Gastropod indet.*

Bivalvia:

*Septifer* (S.) sp. A, *Gonidea?* sp., *Unionacea indet.*, *Corbula* (*Varicorbula*) sp. A, *Ostrea* (*Turkostrea*) *doidoiensis*. *Ostrea* sp., *Bivalve indet.*

### Penampang Padanglampe.

Gastropoda:

*Vicarya* sp., *Muricopsis* sp., *Tonna* sp., *Megalocypraea* sp., *Oliva* (*Anazola*) sp., *Sconsia* sp., *Tibia* sp., *Cerithiidae*. *Gastropod indet.*

Bivalvia:

*Cultellus* (C.) sp., *Atrina* sp., *Septifer* sp. A., *Ostrea* (*Turkostrea*) *doidoiensis*, *Cardiidae*, *Bivalve indet.*

Koral:

*Discocyathus?* sp. 2. *Caryophylliidae*

### Penampang Doidoi.

Gastropoda:

*Tibia* sp. A., *Vicarya* sp. A., *Oliva* sp., *Volutocorbis* sp., *Sconsia* sp., *Semicasis* sp., *Tonna* sp., *Natica* sp., *Strombus* sp., *Delphinula* sp., *Ringicula* sp., *Muricopsis* sp., *Gastropod indet.*

Bivalvia:

*Loxocardium* sp., *Ostrea* (*Turkostrea*) *doidoiensis*, *Chioninae*, *Bivalve indet.*

Koral:

*Caryophylliidae*

Artropod:

*Crustaceae indet.*

### Penampang Gatareng

Gastropoda:

*Natica* sp., *Oliva* sp., *Ancilla* sp., *Rimella* sp., *Siphonalia* sp., *Gastropod indet.*

Bivalvia:

*Isognom* (l.) sp., *Cardium* sp., *Ostreidae*, *Bivalve indet.*

Artropoda:

?*Callianasa* sp.

Fosil jejak:

*Ophiomorpha?* sp.

Koral:

*Discocyathus?* sp., *Solitary coral indet.*

## ANALISIS LINGKUNGAN PENGENDAPAN

Analisis ini didasarkan atas ciri organ tubuh pada cangkang dan perilaku hidup makrofosil tersebut secara umum. Dalam melakukan analisis, dipergunakan laporan penulis-penulis terdahulu misalnya Cox dr. (1969; 1971), dan Wenz (1938). Sebagian makrofosil dalam Formasi Malawa dapat dilihat pada Potret 9.

### Asosiasi makrofosil Sungai Umpung

Jenis bivalvia yang ditemukan di Sungai Umpung terdiri atas *Ostrea* (*Turkostrea*) *doidoiensis*, *Septifer* (S.) sp. A adalah jenis yang melekatkan diri dengan sejenis rambut (*byssus*) pada dasar yang keras seperti batu dan kayu/tetumbuhan. Jenis lain yang ditemukan seperti Famili *Unionacea* adalah jenis infauna, yaitu membenamkan (menggali) dirinya dalam sedimen. *Gonidea* adalah jenis yang hidup di air tawar sampai payau pada daerah dengan dasar yang keras. Pada lintasan Sungai Umpung jarang sekali ditemukan kelompok makrofosil gastropoda, kalau pun ada umumnya sudah sangat lapuk dan sulit dikenali.

Asosiasi fauna di atas menunjukkan bahwa lingkungan pada saat pengendapan formasi berarus kuat (*high energy*) dan dangkal. Diperkirakan tetumbuhan pada waktu itu adalah hutan bakau dengan adanya pengaruh air tawar (sungai). Ketidakhadiran gastropoda menunjukkan



kemungkinan arusnya terlalu deras dan berlumpur. Kemungkinan lain ialah bahwa daerah tersebut merupakan rawa dengan tetumbuhan yang melimpah yang pembusukannya menyebabkan lingkungannya menjadi berasam tinggi, sehingga cangkang moluska pada umumnya terlarutkan.

#### Asosiasi makrofosil di Padanglampe

Pada lintasan Padanglampe ini asosiasi fauna sangat bervariasi, misalnya ditemukan kelompok gastropoda, bivalvia, dan koral dengan jumlah yang melimpah. Adanya *Vicarya* sp., *Tibia* sp. dan Cerithiidae adalah ciri lingkungan pantai berbakau di daerah pasang-surut yang kadang-kadang terkena sinar matahari. *Muricopsis* sp. adalah jenis yang hidup di atas sedimen yang kadang-kadang membenamkan sebagian tubuhnya ke dalam sedimen. *Tonna* sp. adalah jenis yang hidup di laut terbuka.

Spesies bivalvia seperti *Cultellus* (C.) sp. dan Cardiidae adalah fauna yang hidup di dalam (*infauna/burrower*) berbutir halus sedimen seperti lempung. *Atrina* sp., *Septifer* sp. dan *Ostrea* (*Turkostrea*) *doidoiensis* adalah spesies yang melekatkan dirinya pada dasar yang keras atau tetumbuhan hidup dalam energi arus kuat (*high energy*).

*Discocyathus* sp. dan Caryophyllidae yang hadir pada bagian ini adalah jenis koral soliter yang biasanya hidup di atas lumpur, atau bukan organisme pembentuk terumbu (*nonreef building coral*).

Asosiasi fauna di daerah Padanglampe ini menunjukkan lingkungan purba yang berarus kuat (*high energy*) dengan beberapa perangkat lumpur/lempung. Lingkungan ini kemungkinan berupa hutan bakau di daerah pantai.

#### Asosiasi makrofosil di Doidoi

Jenis gastropoda yang ditemukan di daerah Doidoi ini, yakni *Tibia* sp., dan *Vicarya* sp., menunjukkan daerah lingkungan hutan bakau yang dipengaruhi air pasang-surut. *Oliva* sp., *Volutocorbis* sp., *Sconsia* sp., *Semicasis* sp., *Tonna* sp. *Natica* sp., dan *Strombus* sp. adalah jenis gastropoda yang mencari

makan di permukaan sediment, dan kadang-kadang membenamkan sebagian dirinya dalam sedimen tersebut. *Delphinula* sp. dan *Muricopsis* sp. adalah jenis yang hidup di air dangkal berarus kuat. *Ringicula* sp. adalah jenis yang hidup di laut dalam.

Jenis bivalvia *Loxocardium* sp. dan Chioninae merupakan spesies bivalvia yang membenamkan dirinya dalam sedimen (*infauna*), seperti lumpur/lempung. *Ostrea* (*Turkostrea*) *doidoiensis* adalah jenis bivalvia yang melekatkan dirinya pada dasar yang keras atau tetumbuhan dengan arus lebih tinggi/kuat.

Selain itu, ditemukan juga koral Caryophyllidae, yaitu koral soliter (*nonreef building coral*) yang hidup di permukaan lumpur. Bersamanya ditemukan juga jenis Crustaceae (jenis kepiting) yang hidup di daerah pasang-surut.

Asosiasi fauna di daerah Doidoi ini menunjukkan suatu lingkungan air dangkal, daerah pasang-surut yang berhutan bakau dengan endapan lempung di sana-sini.

#### Asosiasi makrofosil di Gatareng

Di daerah ini ditemukan jenis gastropoda seperti *Natica* sp. *Oliva* sp. *Ancilla* sp., *Rimella* sp. dan *Siphonalia* sp. yang hidup di permukaan sedimen atau sebagian tubuhnya dibenamkan ke dalam sedimen berbutir halus seperti lumpur/lempung.

Jenis bivalvia, seperti *Isognom* sp., dan Ostreidae, hidup di arus kuat, menempelkan cangkangnya pada dasar yang keras atau tetumbuhan. *Cardium* sp. adalah bivalvia yang membenamkan dirinya ke dalam sedimen (*infaunal/burrower*).

Hadirnya jenis kepiting *Callianasa* sp. dan fosil jejak *Ophiomorpha* sp., mengindikasikan lingkungan daerah pasang-surut.

Di daerah ini koral jenis Caryophyllidae dan koral soliter lainnya yang hidup di atas lumpur (*nonreef building coral*) juga masih ditemukan.

Asosiasi fauna tersebut menunjukkan bahwa sedimentasi di daerah Padanglampe berlangsung di daerah pasang-surut, atau daerah delta yang di sana-sini mengandung endapan lempung.



Potret 9. Sebagian potret makrofossil dari Formasi Malawa (Eosen Tengah).

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis kandungan moluska dan elemen makrofosil lainnya dapat disimpulkan, bahwa Formasi Malawa diendapkan dalam lingkungan laut dangkal yang dipengaruhi pasang-surut di daerah pantai dan muara sungai dengan arus kuat (high energy), tetapi masih menghasilkan endapan lempung yang mungkin terperangkap dalam laguna-laguna kecil pada daerah delta. Daerah ini juga masih ada pengaruh laut terbuka yang mungkin di daerah delta yang ditandai dengan adanya fosil dari kelompok lain seperti foraminifera dan nanoplankton. Batubara diperkirakan terbentuk atau terenggokkan pada daerah laguna yang terisolasi di daerah delta ini.

Pascapembentukan Formasi Malawa daerah ini berubah menjadi laut yang relatif dangkal saat diendapkannya Formasi Tonasa yang diawali dengan pembentukan batugamping berforaminifera besar dalam formasi tersebut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi, Bandung, yang mengizinkan makalah ini dipublikasikan dalam Jurnal Sumber Daya Geologi, Badan Geologi. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan, terutama di Laboratorium Paleontologi, yang telah memberikan pandangan dan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan makalah ini.

## ACUAN

- Averianov, A.O., 1994. Early Eocene minotoniids of Kyrgyzstan and the problem of Mixodonitea. *Acta Paleontologica Polonica* 39 (4): 393-411.
- Cox, L.R., Newell, N.D., Boyd, D.W., Branson, C.C., Casey, R., Chavan, A., Coogan, A.H., Dechaseaux, C., Fleming, C.A., Haas, F., Hertlein, L.G., Kauffman, E.G., Keen, A.M., LaRocque, A., McAlester, A.L., Moore, R.C., Nuttal, C.P., Perkins, B.F., Puri, H.S., Smith, L.A., Soot-Ryen, T., Stenzel, H.B., Trueman, E.R., Turner, R.D., and Weir, J., 1969. Treatise on Paleontology. Part N; V.1 of 3. Molusca 6, Bivalvia and Part N; V. 2 Of 3, Molusca 6, Bivalvia. The Geol. Soc. Am. Inc. and Univ. Kansas.
- Cox, L.R., Newell, N.D., Boyd, D.W., Branson, C.C., Casey, R., Chavan, A., Coogan, A.H., Dechaseaux, C., Fleming, C.A., Haas, F., Hertlein, L.G., Kauffman, E.G., Keen, A.M., LaRocque, A., McAlester, A.L., Moore, R.C., Nuttal, C.P., Perkins, B.F., Puri, H.S., Smith, L.A., Soot-Ryen, T., Stenzel, H.B., Trueman, E.R., Turner, R.D., and Weir, J., 1971. Treatise on Paleontology. Part N; V.3 of 3. Mollusca 6, *The Geol. Soc. Am. Inc. and Univ. Kansas.*
- Crotty, K.J. dan Engelhardt, D.W., 1993. Larger foraminifera and palynomorphs of the upper Malawa and lower Tonasa Formations, southwestern Sulawesi Island, Indonesia. In: Thanasuthipitak, T. (ed.) *Symposium on biostratigraphy of mainland Southeast Asia: Facies and Paleontology*. Chiang Mai, Thailand: 71-82.
- Hasan, K. 1992,, Post Convention Field Trip Southwest Sulawesi. Puslitbang Geologi Bandung. Tidak diterbitkan.
- Hasibuan, F., 1995. Penelitian Stratigrafi Daerah Sulawesi Bagian Selatan. Puslitbang Geologi, Bandung. Tidak diterbitkan.
- Hasibuan, F., 1997. Penelitian Analisis Cekungan Di Sulawesi Bagian Selatan. Puslitbang Geologi, Bandung. Tidak diterbitkan.
- Hasibuan, F., 2001. *Ostrea (Turkostrea) doidoiensis* n.sp. from the Middle Eocene, of Malawa Formation, South Sulawesi. *Majalah Geologi Indonesia*. V.16, *Spec. Edition*.
- Hasibuan, F., 2006. *Ostrea (Turkostrea) doidoiensis* Hasibuan from the Bayah Formation, West Jawa: A New Find. *Jurnal Sumber Daya Geologi* XVII(1): 16-29.
- Kiser, G.D., 1997. Nuevas contribuciones a la geologia de Barinas-Apure y su frente de montarias. En prensa.
- Kusnana dan Mangga, S.A., 2007. Hubungan Lingkungan Pengendapan Formasi Malawa dan Keterdapatan Batubara di daerah Soppeng, Sulawesi Selatan. *Jurnal Sumber Daya Geologi* XVII(4): 218-232.

- Perrilliat, M. D. C., 2001. NAPC 2001, Berkeley, California (*Abstract*).
- Sudijono, 1995. Penelitian Paleontologi dan Stratigrafi di Sulawesi Selatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Laporan internal, tidak diterbitkan.
- Sukamto, R., 1986. Tektonik Sulawesi Selatan dengan acuan khusus ciri-ciri himpunan batuan daerah Bantimala. Disertasi Doktor, ITB, tidak diterbitkan.
- Sukamto, R., 1982, *Peta Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi*, Skala 1:250.000. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Suyoko, Sudijono, Hasibuan, F., Polhaupessy, A.A., Nugroho, E.H., dan Limbong, A., 2001. Pengkajian Geologi Paleogen Cekungan Sengkang, Sulawesi Selatan (Dengan Acuan Khusus Palinologi Batubara). Kegiatan Rutin Suplemen (DIK-S). Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. Tidak diterbitkan.
- Vega, F.J., Perrilliat, M.d.C., Duaste-Torres, L., Durân-Herrera, G., Rivas-Garcia, R., Aguilar-Piñón, M., and Ventura, J.F., 2007. Lower Eocene in Sabinas Basin in NE Mexico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana Tomo LIX(1)*: 115-123.
- Wenz, W., 1938. Handbuch der Palazozoologie, Band 6. *Verlag von Gebruder Borntraeger, Berlin*.
- Wilson, M.E.J., 1995a. The Tonasa Limestone Formation, Sulawesi, Indonesia: Development of a Tertiary Carbonate Platform. Ph.D. Thesis, Dept. of Geology, Royal Holloway, Univ. London. Tidak diterbitkan.
- Wilson, M.E.J., 1995b. Evolution and Hydrocarbon Potential of the Tertiary Tonasa Limestone Formation, Sulawesi, Indonesia. *Proc. Indon. Petrol. Assoc. 25th, Silver Anniv. Conv.*: 227-240.
- Wilson, M.E.J. dan Bosence, W.J., 1996. The Tertiary evolution of South Sulawesi, Indonesia: A record in redeposited carbonate facies on the Tonasa Limestone Formation, near Barru. In: Tectonic Avolution of Southeast Asia. (ed. R. Hall dan D.J. Blundell. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.* No. 106: 365-389.