



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



Rekonstruksi iklim purba batupasir kuarsa formasi gading berumur oligosen di tangkit serdang, tanggamus, lampung

E Yanti^{a,*}, D Novitasari^a, M R Saputra^a, B V Purba^a, D M Syahputra^a, dan A J Widiatama^{a,b}

^aProgram Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Jati Agung, Lampung Selatan 35365

^bPusat Riset dan Inovasi Teknologi Kebumihan dan Mineral, ITERA, Jl. Terusan Ryacudu, Jati Agung, Lampung Selatan 35365

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima: 1 Oktober 2021

Direvisi: 26 November 2021

Diterbitkan: 14 Desember 2021

Kata kunci:

Formasi Gading

Oligosen

Iklim purba

Asal batuan

Batupasir kuarsa

ABSTRAK

Pulau Sumatra telah terbentuk dari berbagai lempeng tektonik dan iklim yang berbeda, termasuk iklim selama pembentukan formasi-formasi yang menyusun Pulau Sumatra. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui iklim purba saat pembentukan batupasir kuarsa Formasi Gading selama masa Oligosen. Penelitian ini menggunakan metode penampang startigrafi terukur sebagai metode pengambilan data lapangan. Metode petrografi digunakan untuk mengamati karakteristik komponen penyusun batupasir. Metode point counting digunakan untuk menghitung kelimpahan komponen penyusun batupasir. Kelimpahan komponen penyusun, khususnya kuarsa, feldspar, dan litik, ini digunakan untuk penentuan nama batupasir, iklim purba, dan asal batuan. Batupasir pada daerah penelitian terdiri dari lithic arenite, sublitharenite, dan lithic greywacke. Asal batuan merupakan batuan metamorf yang berasal dari recycled orogenic dan batuan plutonik yang berasal dari craton interior. Tatanan tektonik ini berkaitan dengan keberadaan Sesar Sumatra. Iklim purba saat pembentukan batupasir kuarsa Formasi Gading selama masa Oligosen adalah iklim semiarid hingga humid.

1. Pendahuluan

Pulau Sumatra terbentuk dari beberapa *terrain*, yaitu *Terrain Sibumasu*, *Terrain Sumatra Barat*, dan *Terrain Woyla* (Barber dkk., 2005; Hall, 2012; Metcalfe, 2013; Advokaat dkk., 2018). *Terrain-terrain* ini memiliki karakteristik tertentu yang menunjukkan lingkungan asalnya. Batugamping Formasi Alas pada *Terrain Sibumasu* terendapkan pada lingkungan yang bertemperatur dingin subtropis. Sementara batugamping Formasi Kuatan pada *Terrain Sumatra Barat* diendapkan di lingkungan tropis yang lebih hangat (Barber dkk., 2005) artinya Pulau Sumatra telah

terbentuk dari berbagai lempeng tektonik dan iklim yang berbeda. Penelitian ini menjadi menarik dalam membahas iklim purba Pulau Sumatra selama Oligosen yang ditinjau dari pengendapan sedimen silisiklastik Formasi Gading di Tanggamus.

Formasi Gading tersusun dari batupasir, batulempung dan batulanau, beserta sisipan batubara dan batugamping. Formasi Gading diendapkan pada lingkungan laut dangkal hingga transisi dan berumur Oligosen Akhir hingga Miosen Awal (Amin dkk., 1994). Belum ada penelitian lebih lanjut mengenai Formasi Gading, khususnya yang membahas tentang iklim purba pada formasi ini. Oleh sebab itu, penelitian

*Penulis korespondensi.

E-mail: eva.118150009@student.itera.ac.id (E. Yanti)

ini dilakukan untuk mengetahui iklim purba saat pembentukan Formasi Gading selama masa Oligosen sebagai implikasi dalam memahami tektonika Pulau Sumatra yang dinamis.

2. Geologi Regional

Formasi Gading

Formasi Gading tersusun dari batupasir, batulanau, batulempung, dengan sisipan batugamping dan lignit (Amin dkk., 1994). Batupasir pada Formasi Gading berwarna putih kotor hingga keabu-abuan, berbutir pasir sedang hingga pasir kasar, terpilah buruk, menyudut hingga menyudut tanggung, dan fragmennya berupa batuan beku. Batulanau pada Formasi Gading berwarna keabu-abuan hingga kehijauan dan berselingan dengan batupasir atau batulempung. Batulempung Formasi Gading berwarna putih kecoklatan, biasanya berbentuk melensa, dan mengandung moluska (Amin dkk., 1994). Formasi Gading secara stratigrafi memiliki ketebalan sekitar 300-500 meter, menindih Formasi Menanga (Barber, 2000). Kemudian diendapkan di lingkungan laut dangkal hingga transisi bersamaan dengan Formasi Hulusimpang. Formasi Gading ini berumur Oligosen Akhir hingga Miosen Awal (Amin dkk., 1994).

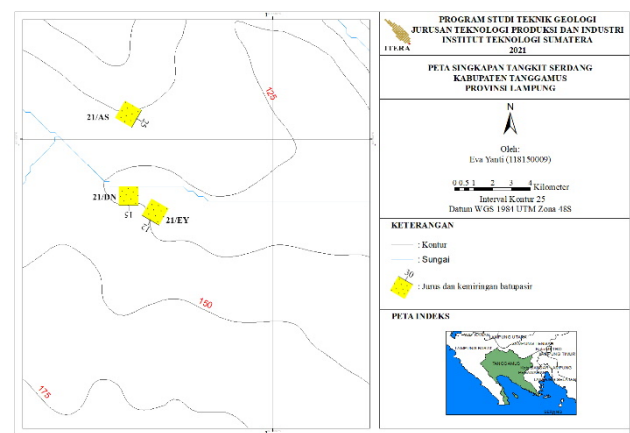
3. Metodologi

Penelitian ini berlokasi di Desa Tangkit Serdang, Pekon Penantian, Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus, Lampung. Daerah penelitian ini berjarak sekitar 64 km dan dapat ditempuh selama 2 jam menggunakan sepeda motor dari Bandar Lampung. Metode pengambilan data lapangan dilakukan dengan membuat penampang stratigrafi terukur sepanjang 36,6 meter. Metode petrografi digunakan untuk mengamati karakteristik komponen penyusun batupasir. Karakteristik batupasir yang diamati, meliputi pemilahan, kemas, kontak antar butir, derajat kebulatan, komposisi mineral, dan kelimpahan matriks. Perhitungan komposisi batupasir menggunakan metode *point counting* yang dikenalkan oleh Gazzi-Dickinson. Metode *point counting* dilakukan sebanyak 1260 titik pada setiap sayatan. Identifikasi batupasir menggunakan klasifikasi batupasir menurut Pettijohn dkk. (1987) yang didasarkan dari persentase komponen butir, meliputi kuarsa (Q), feldspar (F), dan litik (L). Penentuan iklim purba menggunakan diagram segitiga QFL Suttner dkk. (1981), diagram segitiga QFL Basu (1985), diagram Suttner & Dutta (1986), dan diagram Weltje dkk. (1998). Penentuan asal batuan menggunakan diagram segitiga QFL Dickinson dkk. (1983).

4. Hasil dan pembahasan

4.1 Sampel Batupasir Formasi Gading di Tangkit Serdang, Tanggamus

Batupasir yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari 3 singkapan yang berbeda (Gambar 1). Pada singkapan 21/AS diambil 6 sampel dari lapisan batupasir yang berbeda, yaitu 21/AS/1A, 21/AS/3, 21/AS/4, 21/AS/6, 21/AS/8, dan 21/AS/9 (Gambar 2). Pada singkapan 21/DN diambil 1 sampel, yaitu 21/DN/1 (Gambar 3). Pada singkapan 21/EY diambil 3 sampel dari lapisan batupasir yang berbeda, yaitu 21/EY/1A, 21/EY/1B, dan 21/EY/2 (Gambar 4). Total sampel batupasir adalah 10 sampel.



Gambar 1. Peta lokasi singkapan batupasir Formasi Gading di Tangkit Serdang Tanggamus, Lampung.



Gambar 2. Singkapan 21/AS di Tangkit Serdang, Kabupaten Tanggamus, Lampung.



Gambar 3. Singkapan 21/DN di Tangkit Serdang, Kabupaten Tanggamus, Lampung.



Gambar 4. Singkapan 21/EY di Tangkit Serdang, Kabupaten Tanggamus, Lampung

4.2 Petrografi: Tekstur dan Komposisi Batupasir

Batupasir penyusun Formasi Gading pada daerah penelitian mempunyai karakteristik, yaitu berukuran pasir sedang hingga pasir halus, terpilah buruk hingga terpilah sedang, memiliki kebundaran menyudut, dan hubungan antar butirnya didominasi kontak mengambang hingga kontak memanjang (Tabel 1). Beberapa lapisan batupasir belum mengalami sementasi, tetapi beberapa lainnya sudah mengalami sementasi oleh oksida besi. Komposisi butir batupasir didominasi oleh kuarsa, khususnya kuarsa polikristalin. Kuarsa pada batupasir dapat berasal dari batuan beku plutonik, batuan metamorf, dan batuan sedimen (Pettijohn dkk., 1987).

Tabel 1. Hasil deskripsi petrografi batupasir Formasi Gading

Kode sampel	21/AS/1A	21/AS/3	21/AS/4	21/AS/6	21/AS/8	21/AS/9	21/DN/1	21/EY/1A	21/EY/1B	21/EY/2
Pemilahan	Sedang	Baik	Buruk	Sedang	Sedang	Baik	Sedang	Sedang	Buruk	Sedang
Kemas	Terbuka	Terbuka	Terbuka	Terbuka	Terbuka	Tertutup	Terbuka	Terbuka	Terbuka	Terbuka
Ukuran Butir (mm)	0,25 - 0,5	0,5 - 0,75	0,125 - 2	0,25 - 0,5	0,25 - 0,5	0,125 - 0,25	0,25 - 0,5	0,25 - 0,5	0,25 - 1	0,1 - 0,25
Kebundaran	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular	Angular
Kontak antar butir	PC-FC-C-S	LC-FC	LC-FC	LC-FC-C-S	LC-S	LC-S-C	LC-FC	LC-PC-FC	LC-PC-FC	LC-FC
Kuarsa tunggal	578	110	127	405	906	84	698	132	809	43
Kuarsa jamak	241	470	297	575	96	920	166	841	97	771
Feldspar	5	3	2	5	5	5	4	5	5	4
Keping batuan	150	99	0	0	0	1	0	1	71	0
Muskovit	8	0	0	4	6	0	2	0	6	0
Mineral opak	57	3	0	3	0	0	57	0	1	2
Matriks	101	178	264	190	32	55	147	127	205	422
Semen	0	0	0	50	34	25	0	0	0	0
Rongga	120	397	570	28	181	170	186	154	66	18
Total	1260	1260	1260	1260	1260	1260	1260	1260	1260	1260

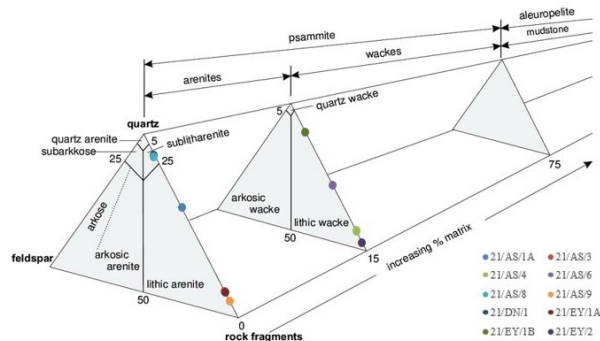
Keterangan:

FC : Floating contact PC : Point contact LC : Long contact C : Concavo-convex contact S : Sutured contact

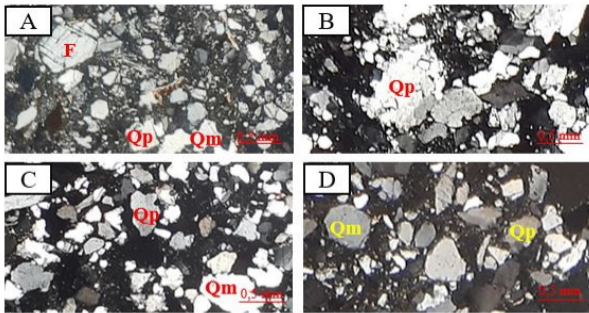
4.3 Klasifikasi batupasir

Hasil pengeplotan pada diagram klasifikasi batupasir Pettijohn dkk. (1987) menunjukkan bahwa batupasir Formasi Gading pada daerah penelitian terdiri dari 3 jenis batupasir, yaitu lithic arenite, lithic greywacke, dan sublitharenite (Gambar 5). Lithic arenite adalah batupasir dengan kandungan kuarsa dan litik yang melimpah, tetapi minim kehadiran feldspar (Pettijohn dkk., 1987). Lithic arenite ditemukan pada sampel 21/AS/1A, 21/AS/3, 21/AS/9, dan 21/EY/1A (Gambar 6). Lithic greywacke adalah batupasir dengan matriks >15% dan sisanya didominasi oleh litik serta kuarsa (Pettijohn dkk., 1987). Lithic greywacke ditemukan pada sampel 21/AS/4, 21/AS/6, 21/EY/1B, dan 21/EY/2

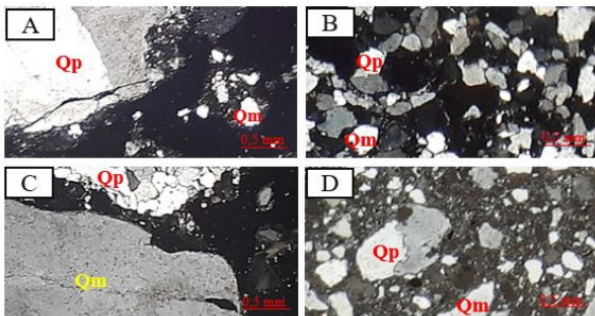
(Gambar 7). Sublitharenite adalah batupasir dengan kandungan kuarsa yang melimpah, tetapi minim kehadiran feldspar dan litik (Pettijohn dkk., 1987). Sublitharenite ditemukan pada sampel 21/AS/8 dan 21/DN/01 (Gambar 8).



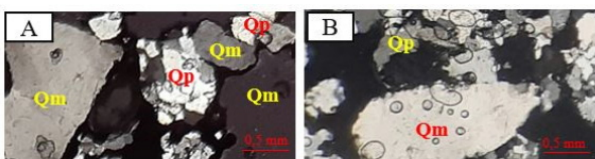
Gambar 5. Hasil plot batupasir Formasi Gading daerah penelitian pada diagram kuarsa monokristalin (Q), feldspar (F), dan kuarsa polikristalin serta pecahan batuan (L) Pettijohn dkk. (1987).



Gambar 6. Petrografi *lithic arenite* pada pengamatan nikol bersilang pada A) sampel 21/AS/1A, B) sampel 21/AS/3, C) sampel 21/AS/9, dan D) sampel 21/EY/1A; dengan mineral kuarsa monokristalin (Qm), kuarsa polikristalin (Qp), dan feldspar (F).



Gambar 7. Petrografi *lithic greywacke* pada pengamatan nikol bersilang: A) sampel 21/AS/4, B) sampel 21/AS/6, C) sampel 21/EY/1B, dan D) sampel 21/EY/2; dengan mineral kuarsa monokristalin (Qm), kuarsa polikristalin (Qp), dan feldspar (F).

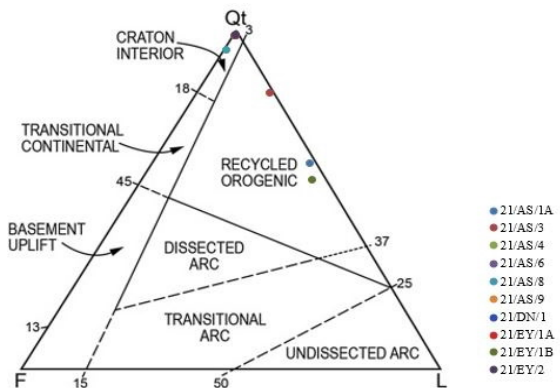


Gambar 8. Petrografi *sublithicarenite* pada pengamatan nikol bersilang: A) sampel 21/AS/8 dan B) sampel 21/DN/1; dengan mineral kuarsa monokristalin (Qm), kuarsa polikristalin (Qp), dan feldspar (F).

4.4 Asal batuan

Guna menentukan asal batuan dari batupasir Formasi Gading daerah penelitian digunakan diagram Dickinson dkk. (1983). Komponen batupasir yang digunakan dalam pengolahan data dengan diagram tersebut adalah presentase kuarsa total (Qt), feldspar (F), dan keping batuan (L). Hasil plot dari diagram Dickinson dkk. (1983) menunjukkan bahwa asal batuan dari batupasir Formasi Gading pada daerah penelitian adalah *recycled*

orogenic dan *craton interior* (Gambar 9). Batuan asal yang bersumber dari *recycled orogenic* umumnya mengalami deformasi dan terangkat ke permukaan, sedangkan sumber sedimen yang berasal dari *craton interior* merupakan bagian dari kontinen yang terlupakan (Dickinson dan Suczek., 1979). Kerak kontinen umumnya tersusun dari batuan plutonik yang bersifat *granitic* (Thompson dan Turk, 1997) sehingga asal batuan dari batupasir Formasi Gading daerah penelitian juga berasal dari batuan plutonik.



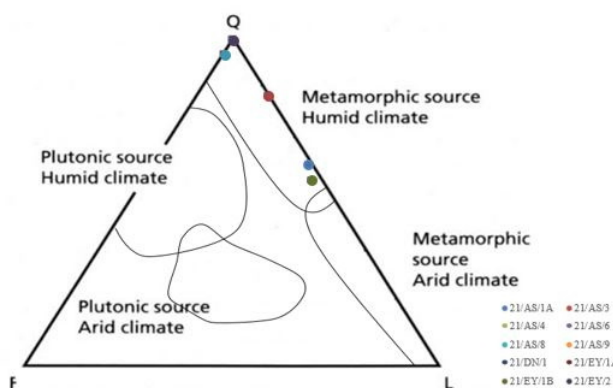
Gambar 9. Hasil plot batupasir Formasi Gading pada diagram segitiga kuarsa total (Qt), feldspar (F), dan pecahan batuan (L) Dickinson dkk. (1983) untuk menentukan tatanan tektonik dari asal batuan batupasir Formasi Gading.

Selama Eosen hingga Oligosen terjadi pemekaran akibat dari pergerakan *strike-slip* Sesar Sumatra berarah Barat Laut - Tenggara (Bachri, 2006). Gerakan sesar mendatar ini dapat menghasilkan struktur *negative flower structure* dan *positive flower structure* (Allen dan Allen, 2013). *Positive flower structure* akan membentuk tinggian sebagai kompensasi terbentuknya cekungan (Allen dan Allen, 2013). Mekanisme *recycled orogenic* terjadi saat segmen Sesar Sumatra saling bergerak, maka sebagian kontinen akan terdorong ke atas membentuk tinggian. Selama proses pengangkatan sebagian kontinen membentuk tinggian tersebut terjadi peningkatan tekanan yang diiringi peningkatan suhu pada area yang saling bergesekan di antara segmen sesar mendatar. Kenaikan tekanan dan suhu akan mengakibatkan metamorfisme pada batuan yang telah ada sehingga mengubah batuan tersebut menjadi batuan metamorf. *Negative flower structure* umumnya berbentuk *pull apart basin* (Allen dan Allen, 2013). Material sedimen yang berasal *recycled orogenic* dan *craton interior* yang mengalami erosi serta transportasi akan terbawa menuju *pull apart basin* dan terendapkan pada cekungan tersebut.

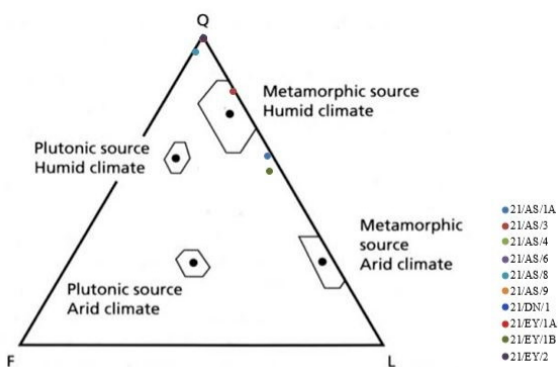
4.5 Iklim Purba

Guna menentukan iklim purba batupasir Formasi Gading pada daerah penelitian ini digunakan 4 jenis

diagram berbeda agar mendapatkan hasil yang konklusif, yaitu diagram Suttner dkk. (1981), diagram Basu (1985), diagram Suttner dan Dutta (1986), dan diagram Weltje dkk. (1998). Hasil pengeplotan pada diagram Suttner dkk. (1981) menunjukkan bahwa iklim purba batupasir Formasi Gading pada daerah penelitian adalah iklim *humid* (Gambar 10). Begitupun dengan hasil plot diagram Basu (1985) yang menunjukkan iklim purba batupasir Formasi Gading daerah penelitian adalah iklim *humid* (Gambar 11). Hasil plot pada diagram Suttner dkk. (1981) dan diagram Basu (1985) juga menunjukkan komponen batupasir daerah penelitian ini berasal dari batuan metamorf. Hal ini ditunjang dari keberadaan kuarsa dan litik yang melimpah dengan minim feldspar.



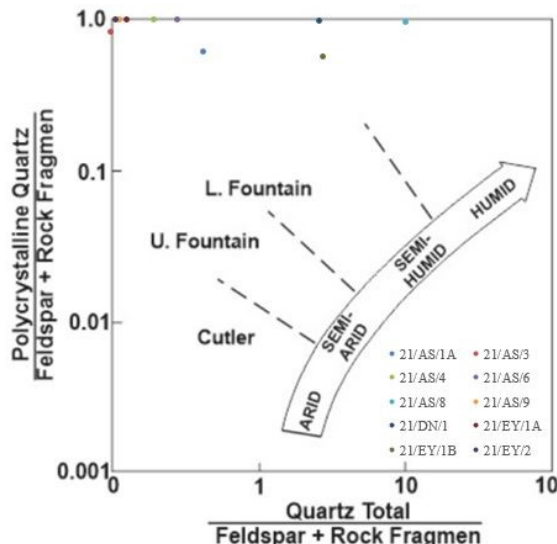
Gambar 10. Hasil plot batupasir Formasi Gading pada diagram segitiga kuarsa (Q), feldspar (F), dan pecahan batuan (L) Suttner dkk. (1981) untuk menentukan iklim purba batupasir Formasi Gading.



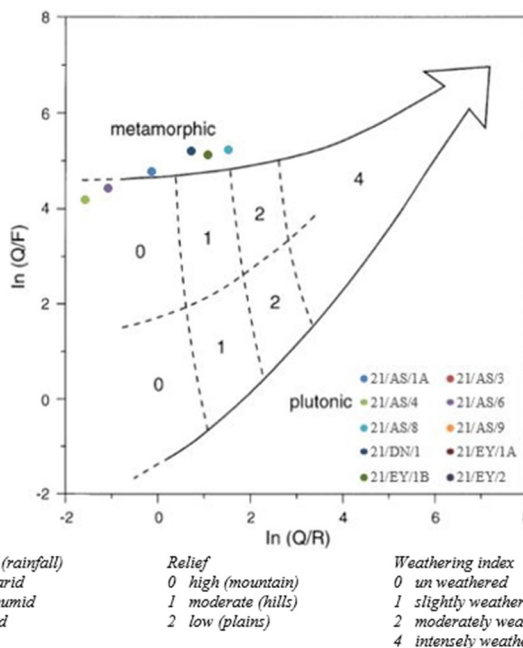
Gambar 11. Hasil plot batupasir Formasi Gading pada diagram segitiga kuarsa (Q), feldspar (F), dan pecahan batuan (L) Basu (1985) untuk menentukan iklim purba batupasir Formasi Gading.

Hasil pengeplotan pada diagram Suttner dan Dutta (1986) menunjukkan bahwa iklim purba batupasir Formasi Gading pada daerah penelitian adalah iklim *semiarid* hingga iklim *humid* (Gambar 12). Hasil pengeplotan pada diagram Weltje dkk. (1998) menunjukkan bahwa iklim purba batupasir Formasi Gading pada daerah penelitian adalah iklim *semiarid*

hingga iklim *semi humid* (Gambar 13). Selain itu, sumber material batupasir Formasi Gading berasal dari tempat dengan *relief high* hingga *relief moderate* dengan tingkat pelapukan *unweathered* hingga *moderately weathered* (Gambar 13).



Gambar 12. Hasil plot batupasir Formasi Gading pada diagram Suttner dan Dutta (1986) untuk menentukan iklim purba batupasir Formasi Gading.



Gambar 13. Hasil plot batupasir Formasi Gading pada diagram Weltje dkk. (1998) untuk menentukan iklim purba serta relief dari asal batuan.

Selama Paleosen hingga Eosen terjadi kenaikan suhu muka Bumi atau Paleocene - Eocene Thermal Maximum (PETM). Paleocene - Eocene Thermal Maximum (PETM) adalah kenaikan suhu muka Bumi selama kurun waktu Paleosen hingga Eosen yang disebabkan oleh rilisnya metana (CH₄) ke udara yang

berasal dari gas hidrat di lautan (Katz dkk., 2001). Kenaikan temperatur ini menyebabkan iklim menjadi lebih kering selama Paleosen hingga Eosen. Setelah terjadinya kenaikan suhu tersebut secara perlahan Bumi mengalami penurunan suhu menjadi lebih dingin hingga Holosen.

Wilayah Barat Indonesia selama masa Oligosen Awal beriklim kering dan berubah menjadi lebih basah selama masa Oligosen Akhir (Lelono, 2017). Iklim kering pada Oligosen Awal kemungkinan masih terpengaruh oleh efek dari PETM yang suhunya lebih tinggi daripada suhu pada periode waktu setelahnya. Selama Oligosen Akhir iklim Pulau Sumatra menjadi lebih basah seiring penurunan suhu yang terjadi pasca-PETM. Pada Oligosen Akhir Pulau Sumatera sudah terletak dekat dengan ekuator (Hall, 2012). Letak Pulau Sumatra yang dekat dengan ekuator akan mengakibatkan iklim menjadi lebih basah atau *humid*.

5. Kesimpulan

Asal batuan batupasir penyusun Formasi Gading pada daerah penelitian berasal dari tatanan tektonik *recycled orogenic* dan *craton interior*. Tatanan tektonik ini berkaitan dengan Sesar Sumatra yang bergerak Barat Laut - Tenggara. Material sedimen dari batupasir Formasi Gading daerah penelitian adalah batuan metamorfik dan batuan plutonik. Iklim purba batupasir Formasi Gading pada daerah penelitian adalah iklim *semiarid* hingga iklim *humid*.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Bapak Angga Jati Widiatama, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing penelitian kami yang telah membantu dalam penyusunan penelitian ini. Kami juga berterima kasih kepada Anne Sagitariyanti dan Deden Novianto yang telah membantu kami dalam pengambilan data lapangan.

Daftar Pustaka

- Amin, T.C., Sidarto, Santosa, S., dan Gunawan, W. 1994. *Geologi Lembar Kotaagung, Sumatra*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Advokaat, Eldert L., Bongers, Mayke L.M., dan Rudyawan, Alfend. 2018. Early Cretaceous origin of the Woyla Arc (Sumatra, Indonesia) on the Australian plate. *Earth and Planetary Science Letters*. 487:151-164.
- Allen, A.P., dan Allen, R.J. 2013. *Basin Analysis: Principles and Application to Petroleum Play Assessment*. West Sussex: Wiley-Blackwell.
- Bachri, S. 2006. Peran deformasi pensesaran mendatar terhadap pembentukan beberapa cekungan kecil Paleogen di Sumatra Barat dan Jambi. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*. 16(4).
- Barber, A.J. 2000. The origin of the Woyla Terranes in Sumatra and the Late Mesozoic evolution of the Sundaland margin. *Journal of Asian Earth Sciences*. 18:713-738.
- Barber, A.J., Crow, M.J., dan Milson, J.S. 2005. *Sumatra: Geology, Resources, and Tectonic Evolution*. London: Geological Society.
- Basu, A. 1985. Influence of climate and relief on compositions of sandstones released at source areas. Dalam: Zuffa, G.G. 1990. Provenance of Arenites. *Mathematical and Physical Sciences*. 45:873-882.
- Dickinson, W.R., Beard, L.S., Brankenridge, R., dan Erjavec, J. 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geological Society of American Bulletin*. 94(2).
- Dickinson, W.R., dan Suczek, C. 1979. Plate Tectonics and Sandstone Compositions. *The American Association of Petroleum Geologist Bulletin*. 63(12):2164-2182.
- Hall, R. 2012. Late Jurassic-Cenozoic reconstructions of the Indonesian region and the Indian Ocean. *Tectonophysics*. 570-571:1-41.
- Katz, M.E., Cramer, B.S., Mountain, G.S., Katz, S., dan Miller, K.G. 2001. Uncorking the bottle: What triggered the Paleocene/Eocene thermal maximum methane release?. *Paleoceanography*. 16(6):549-562.
- Lelono, E.B. 2017. Pollen records from the Oligocene of Western Indonesia as the evidences of climate changes. *Research and Development Center for Oil & Gas Technology Lemigas*. 40(3):1-6.
- Metcalf, L. 2013. Gondwana dispersion and Asian accretion: Tectonic and palaeogeographic evolution of eastern Tethys. *Journal of Asian Earth Sciences*. 66:1-33.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., dan Siever, R. 1987. *Sand and Sandstone: Second Edition*. New York: Springer Verlag.
- Suttner L.J. dan Dutta, P.K. 1986. Alluvial sandstone composition and paleoclimate, I. Framework Mineralogy. *Journal of Sedimentary Petrology*. 56(3): 329-345.
- Suttner, L.J., Basu, A., dan Mach, G.M. 1981. Climate and the origin of quartz arenite. *Journal of Sedimentary Petroleum formation and occurrence*. 51:1235-1246.
- Thompson, G.R. dan Turk, J. 1997. *Introduction of Physical Geology*. West Sussex : Brooks Cole.
- Weltje, G.J., Meijer, X.D., dan De Boer, P.L. 1998. Stratigraphic inversion of siliclastic basin fills: a note on the distinction between supply signals resulting from tectonic and climatic forcing. *Basin Res*.10:129-153.