JURNAL PENELITIAN SAINS TEKNOLOGI
ISSN: 1411-5174

http://journals2.ums.ac.id/index.php/saintek

Petrografi dan *Provenance* Batupasir Formasi Muara Enim dan Sekitarnya, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan

Yuyun Reka Ayu Saputri[1], Idarwati[2*]

Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Keywords:
Petrography, Provenance, Sandstone, Muara Enim Formation.

Kata Kunci:
Petrograpi, Provenance, Batupasir , Formasi Muara Enim.

Abstract. *The Muara Enim Formation is a rock formation in the South Sumatra basin that is of late Miocene – Pliocene age which is composed of sandstone, claystone and coal lithologies. The research activity was carried out in Perangai village, Lahat Regency, South Sumatra. This study focuses on petrographic analysis and analysis of rock origin in the Muara Enim formation in sandstone lithology. This research was conducted on sandstone obtained from sandstone outcrops in the research area that have fine sand to coarse sand. From the results of the study of 6 sandstone samples analyzed by petrography, 2 types of Sublitharenite sandstone, 3 types of arcose lithic sandstone, and 1 type of Feldspatic litharenite sandstone according to the Folk Classification, et al. (1970) and based on the results of the provenance analysis of QFL and QmFLt Diagram Dickinson (1983), it was found that the sandstone of the Muara Enim Formation is of high origin which is influenced by the Recycled Orogen tectonic process which shows that the source of the original rock has been affected several times by tectonic activities such as the lifting process and the presence of total quartz mineral content which is more dominating than feldspar and lithik minerals.*

Abstrak. *Formasi Muara Enim merupakan formasi geologi yang terletak di cekungan Sumatera Selatan dan berasal dari periode Miosen akhir hingga Pliosen 1yang tersusun atas litologi batupasir, batulempung dan batubara. Kegiatan penelitian dilakukan didesa Perangai, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Penelitian ini berfokus pada analisis petrografi dan analisis asal batuan pada formasi Muara Enim pada litologi batupasir. Penelitian ini dilakukan pada batupasir yang diperoleh dari singkapan batupasir pada daerah penelitian yang memiliki ukuran butir halus sampai dengan kasar. Dari hasil penelitian 6 sampel batupasir yang dianalisis petrografi didapat 2 jenis batupasir Sublitharenite*, 3 *jenis batupasir Lithic Arkose,* dan 1 jenis batupasir *Feldspatic litharenite menurut Klasifikasi Folk, dkk (1970) dan berdasarkan hasil analisis provenance presentase QFL dan QmFLt Diagram Dickinson (1983), Ditemukan bahwa batupasir dari Formasi Muara Enim berasal dari tinggian yang dipengaruhi oleh proses tektonik Recycled Orogen. Hal ini menunjukkan bahwa sumber batuan asal telah mengalami beberapa kali pengaruh dari aktivitas tektonik, seperti proses pengangkatan, serta menunjukkan bahwa kandungan mineral kuarsa total lebih mendominasi dibandingkan dengan mineral feldspar dan lithik.*

Pendahuluan

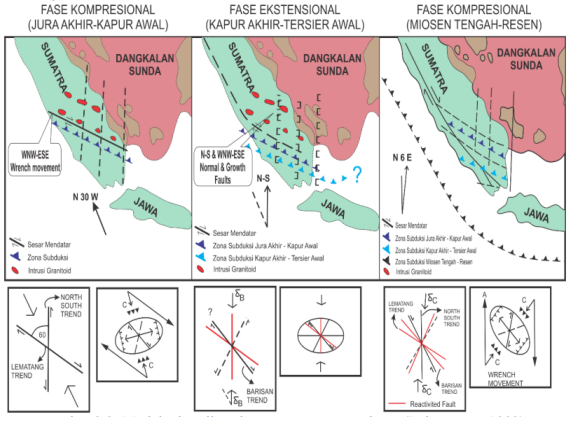
Formasi Muara Enim merupakan formasi geologi yang terletak di cekungan Sumatera Selatan dan diperkirakan berasal dari periode Miosen akhir hingga Pliosen yang tersusun atas batupasir, batulempung dan Batubara. Daerah penelitian terletak di Daerah Perangai, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan yang termasuk kedalam peta geologi regional lembar Lahat. Formasi ini berada pada lingkungan pengendapan delta plain. Penelitian ini membahas tentang petrografi dan asal batuan Formasi Muara Enim yang dikhususkan pada litologi batupasir.

Pulau Sumatra terletak di barat daya Kontinen Sundaland, sesuai dengan tatanan tektonik regionalnya, pulau ini berada pada jalur konvergensi antara Lempeng Hindia-Australia yang menyusup ke arah barat Lempeng Eurasia/Sundaland. Proses konvergensi lempeng ini menciptakan zona subduksi di sepanjang Palung Sunda, serta pergerakan lateral yang terjadi pada Sistem Sesar Sumatra. (Barber, 2005). Menurut Pulunggono dan Cameron (1984)

*Corresponding email: idarwati@ft.unsri.ac.id

yang dikutip oleh Barber dkk. (2005), konvergensi antara Lempeng Indo-Australia dan batas Lempeng Eurasia pada periode Paleogen diperkirakan telah mengakibatkan rotasi Lempeng Asia, termasuk Sumatra, searah jarum jam. Perubahan orientasi Sumatra dari arah timur-barat menjadi tenggara-barat laut dimulai pada periode Eosen-Oligosen. Perubahan ini juga menunjukkan peningkatan aktivitas pergerakan sesar mendatar di Sumatra sejalan dengan rotasi tersebut. Subduksi oblique dan pengaruh sistem mendatar di Sumatra berkontribusi pada kompleksitas rezim stres dan pola regangan di Pulau Sumatera (Darman dan Sidi, 2000).

Sebagian besar cekungan di Sumatera Selatan termasuk dalam kategori Cekungan Belakang Busur (Back Arc Basin) berdasarkan pembagian zona setting tektonik. Secara umum, Cekungan Sumatera Selatan dipengaruhi oleh dua fase tektonik. Fase pertama berlangsung pada Tersier Awal, yang menghasilkan basement dengan blok sesar yang memiliki orientasi timur laut-barat daya (NE-SW). Fase tektonik kedua terjadi pada periode Plio-Pleistosen (Pulonggono, 1992). Proses ini bersifat orogenik dan menghasilkan pegunungan di sepanjang Cekungan Sumatera Selatan serta menciptakan struktur sesar mendatar (strike slip fault).



Gambar 1. Model ellipsoid Tektonik Cekungan Sumatera Selatan (Pulunggono, 1992).

Menurut De Coster (1974) dalam Salim (1995), diperkirakan terdapat tiga episode orogenesa yang membentuk kerangka struktur di Cekungan Sumatera Selatan, yaitu orogenesa Mesozoik Tengah, tektonik Kapur Akhir – Tersier Awal, dan Orogenesa Plio – Pleistosen. Pada episode pertama, endapan-endapan Paleozoik dan Mesozoik mengalami metamorfosis, terlipat, dan terpatahkan menjadi bongkah-bongkah struktur, serta diintrusi oleh batolit granit, yang telah membentuk pola dasar struktur cekungan. Peristiwa pergerakan tektonik lempeng juga berperan dalam pembentukan Cekungan Sumatera Selatan menurut Pulunggono, dkk (1992) yang digambarkan dalam model elipsoid (Gambar 1), Cekungan Sumatera Selatan mempunyai tiga tahap pembentukan. Jadi tahap pertama adalah tahap kompresi, kemudian tahap kedua adalah tahap dekompresi, dan tahap ketiga adalah tahap kompresi lagi. Karena Cekungan Sumatera Selatan terletak di busur belakang, maka terjadilah proses pengendapan berbagai jenis batuan sedimen menjadi metasedimen.

Batuan sedimen dapat berasal dari batuan lain yang juga dipengaruhi oleh proses erosi dan pelapukan oleh berbagai jenis media transportasi, seperti air, angin, dan udara. Mereka kemudian bergerak dan terendapkan di suatu cekungan sebelum mengalami litifikasi. Batupasir adalah jenis batuan sedimen yang biasanya terdiri dari material klastik atau produk erosi batuan sumber dan dapat berasal dari daratan hingga lingkungan pengendapan laut (Folk, 1980). Batupasir biasanya terdiri dari berbagai mineral (baik yang stabil seperti kuarsa maupun yang tidak stabil seperti feldspar), lithik atau fragmen batuan yang terendapkan selama proses transportasi. Komposisi batupasir, yang ditentukan oleh tingkat kematangan kuarsa dibandingkan dengan total kandungan feldspar dan lithik, dapat menunjukkan jarak antara tempat endapan batu dan asal usulnya. Semakin jauh dari asal, semakin sedikit kandungan bahan tidak stabil dan semakin tua komposisi mineral klastik (Zhao et al., 2020).

Analisis petrografi serta asal material sedimen (provenance) dapat digunakan untuk mengetahui proses terbentuknya batuan sedimen pada suatu formasi. Untuk mengetahui sumber suplai sedimen yang diendapakan di tempat tersebut, kandungan mineral penyusun litologi sebagai komposisi material sedimen dapat didekati(Boggs, 2006 dalam Masy'al Balfas, 2018).

Petijohn dkk (1987) mengatakan bahwa studi provenan adalah penelitian tentang asal-usul atau kemunculan sedimen dengan menggunakan hubungan dari beberapa mineral seperti kuarsa, feldspar, dan fragmen batuan (litik). Seringkali, persentase ketiga parameter tersebut menunjukkan bahwa seting tektonik batuan sedimen tersebut diendapkan. Dickinson (1979) juga menawarkan ide tentang hubungan antara batuan sumber dan cekungan. Dia percaya bahwa hubungan ini diatur oleh seting tektonik, yang mengontrol persebaran

jenis batupasir ter tentu.

Bahasa Perancis memiliki kata "provenir", yang berarti "sumber" atau "muncul" (Pettijohn, 1987 ; dalam Boggs, 2008). Menurut Boggs (2006), dalam meneliti asal-usul, elemen-elemen berikut harus dipertimbangkan:

1. Litologi batuan asal
2. Kondisi tektonik di wilayah sumber
3. Kondisi iklim, relief, dan ketinggian wilayah sumber.

Sumber sedimen akan dihubungkan dengan tatanan tektonik yang ada dan hubungan tempat tektonik pengendapan melalui analisis provenance. Apakah sedimen berasal dari arus vulkanik yang berasosiasi dengan zona subduksi, blok lempeng benua, atau bagian dari tatanan tektonik yang berbeda, sumbernya dapat ditunjukkan oleh teori tektonik lempeng.

Dalam Boggs 1992, Dickinson and Suczek (1979), Dickinson et al. (1983), dan Dickinson (1985, 1988) menyatakan bahwa semua tektonik provenan termasuk dalam tiga kategori:

1. Continental Block Provenance

Jenis daerah ini terbagi menjadi dua jenis: provenance craton interior (sedimen yang berasal dari paparan yang tersingkap dan telah terdaur ulang dari bagian-bagian asosiasi platform) dan provenance basemet uplifted (sedimen yang berasal dari pengangkatan batuan dasar yang dibatasi oleh patahan dan diendapkan dekat cekungan dengan transpor).

2. Magmatic Arc Provenance

Tatanan tektonik arus pulau atau continental memengaruhi jenis daerah arus magmatic. Perbandingan plagikolas dan kuarsa (P/K), serta lithik vulkanik dan lithik sedimen (Lv/Ls) dengan persentase quartzofeldspathic (Qm-F), menunjukkan bahwa batupasir yang terbentuk memiliki ciri khas feldspatholithic (F-L) pasir vulkaniklastik.

3. Recycled Orogen Provenance

Terletak di zona konvergensi, tabrakan lempeng utama membentuk daerah sumber yang terangkat sepanjang sabuk tabrakan. Ini juga bisa terjadi karena perlindungan dan thrusting daerah sedimen atau metasedimen, sehingga detritus batuan dapat terdaur ulang kembali secara langsung pada cekungan di sekitarnya. Terdiri dari F dan Lv dengan kuarsalitik yang rendah dan perbandingan Qm/Qp dan Qp/Ls yang berbeda.

Batupasir formasi Muara Enim tersingkap dengan baik pada daerah Perangai dan memiliki karakteristik yang berbeda-beda dan asal usul batuan yang berbeda pula, sehingga menarik untuk dibahas. Pada daerah ini juga belum pernah dilakukannya penelitian tentang analisis petrografi dan *provenance* batupasir. Salah satu alasan utama untuk menulis makalah ini adalah untuk memfokuskan pada analisis petrografi dan interpretasi batuan sumber (provenance) batuan tersebut.

Metode Penelitian

Analisis petrografi dilakukan terhadap 6 sampel batupasir dari 6 singkapan dilokasi penelitian pada formasi Muara Enim LP 24, LP 29, LP 37, LP 42, LP 40 dan LP 48 yang terletak di daerah Perangai, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Studi petrografi ini dilakukan dengan mikroskop polarisasi untuk mengetahui dan menentukan kandungan mineral didalam sayatan dan diklasifikasikan menurut Folk dkk, 1970 berdasarkan kandungan kuarsa, feldspar dan litihik yang dinormalisasikan 100% (Tabel 1.) dan analisis provenance untuk untuk mengetahui sumber batuan asalnya dengan menggunakan diagram plotting klasifikasi provenance oleh Dickinson dkk (1983).

Hasil dan Pembahasan

PETROGRAFI

Secara langsung di lapangan, enam singkapan batupasir yang ditemukan menunjukkan warna segar krem kecoklatan dan warna lapuk abu-abu yang dominan, memiliki bentuk butir *fine sand -coarse sand* dengan struktur sedimen laminasi, sortasi *moderately sorted*, memiliki kekompakan yang lunak, dan bersifat non karbonatan. Batapasir terdiri dari matriks, semen, dan fragmen yang memiliki porositas dan permeabilitas yang rendah. Selain itu, enam sampel batupasir yang dianalisa memiliki ukuran butir halus – kasar yaitu pada sampel LP 24, LP 29, LP 37, LP 42, LP 40 dan LP 48 (Gambar 2).

Gambar 2. Kenampakan singkapan batupasir Formasi Muara Enim (Tmpm) LP29, LP37, LP40, LP42, LP48

Batupasir daerah penelitian diambil 6 sampel sayatan tipis yang diambil dari LP 24, LP 29, LP 37, LP 42, LP 40 dan LP 48, kemudian dianalisis secara mikroskopis (Gambar 3). Batupasir diklasifikasikan menurut Folk dkk. (1970) berdasarkan kandungan kuarsa, feldspar, lithik, yang dinormalisasikan 100% ditampilkan pada Tabel 1.

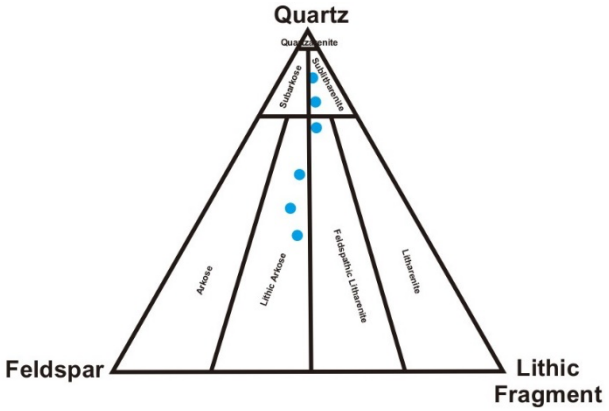
Tabel 1. Persentase normalisasi 100% batupasir

Kode Sampel	QFL 100%			Klasifikasi Folk dkk (1970)
	Q	F	L	
LP24	86,15	6,15	7,69	Sublitharenite
LP29	44,4	33,3	22,2	Lithic arkose
LP37	39,65	34,48	25,86	Lithic arkose
LP42	76,38	9,72	13,88	Sublitharenite
LP40	57,69	23,07	19,23	Lithic arkose
LP48	72,14	12,69	15,87	Feldspathic Litharenite

Keterangan :

Q= Kuarsa F= Feldspar L= Lithik

Berdasarkan analisis petrografi dilakukan terhadap 6 sampel yang diambil dari 6 singkapan batupasir Formasi Muara Enim, batupasir diklasifikasikan sebagai 2 jenis batupasir *Sublitharenite, 3* jenis batupasir *lithic arkose, dan 1 jenis batupasir Feldspatic litharenite*, menurut Klasifikasi Folk, dkk (1970) (Gambar 3). Kuarsa feldspar dan lithik mendominasi komponen batupasir.



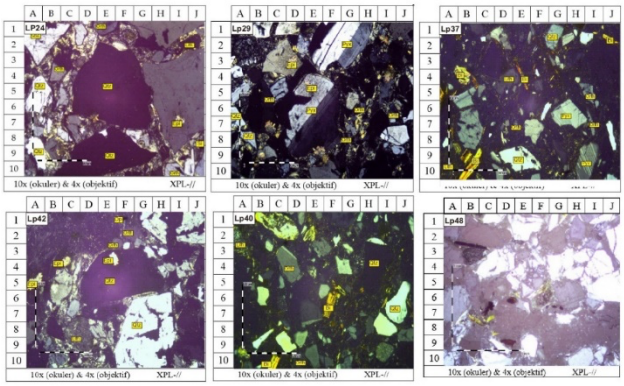
Gambar 3. Klasifikasi menurut folk, dkk. (1970).

Kuarsa memiliki ciri warna interferensi putih, berukuran <1 mm, bentuk kristal anhendral, habit tabular, tidak ada belahan dan pecahan, relief rendah, pleokroisme tidak ada, tidak memiliki kembaran. Kuarsa muncul sebagai butiran monokristalin dan polikristalin. Monokristalin mendominasi rata-rata sekitar 58,7% dan polikristalin rata – rata sekitar 15,3% dengan butir-butirnya memiliki bentuk sub angular.

K.feldspar dan plagioklas membentuk feldspar, dipresentasikan oleh Orthoklas memiliki ciri putih, berukuran >1 mm, bentuk kristal euhendral, habit tabular, dengan belahan 1 arah dan memiliki kembaran *calsbad*, Plagioklas memiliki ciri abu-abu, berukuran >1 mm, bentuk kristal anhedral, habit prismatik, belahan 1 arah dengan kembaran *calsbad-albit* dengan persentase feldspar 6,15 hingga 34,48%.

Fragmen litik terdiri dari 7.69 hingga 25,86% dari total komponen utama dengan ciri berwarna abu-abu, berukuran <1 mm, dengan bentuk subangular, sphericity subelongate yang terdiri dari jenis lithik sedimen dan lithik vulkanik.

Mineral aksesoris terdiri dari 5 hingga 7% dari total komponen utama yang terdiri dari opak, epidot, biotit, piroksen. Batupasir memiliki kandungan matriks yaitu mineral lempung dengan ciri warna interferensi abu-abu berukuran <0,1 mm dengan persentase 8% hingga 15% an semen berupa silika dengan warna interferensi hitam, berukuran <1mm, bentuk kristal anhedral, habit tabular, yang keterdapatannya 5% hingga 8% dari total volume batuan.



Gambar 4. Kenampakan sayatan tipis 6 sampel batupasir Formasi Muara Enim.

PROVENANCE

Penentuan provenace batupasir formasi Muara Enim dapat dilakukan berdasarkan total kuarsa (Q) = total kuarsa, Feldspar (F) yang terdiri dari Feldspar K + plagioklas dan fragment litik L : (Ls + Lv) (Dickinson dkk (1983). Komposisi batupasir Formasi Muara Enim diplotkan pada diagram terner QFL dan QmFLt dari Dickinson dkk (1983). Persentase parameter tersebut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase QFL dan QmFLt

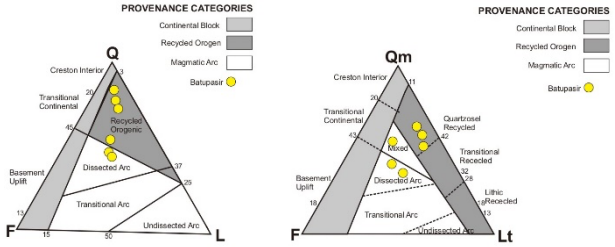
Kode sampel	Qm	Qp	QFL (%)			QmFLt		
			Q	F	L	Qm	F	Lt
LP24	70,85	15,3	86,15	6,15	7,69	70,85	6,15	22,9
LP29	33,3	11,1	44,4	33,3	22,2	33,3	33,3	33,3
LP37	38,1	1,7	39,65	34,48	25,86	38,1	34,48	27,5
LP42	61,0	15,3	76,38	9,72	13,88	61,0	9,72	29,1
LP40	59,0	1,4	57,69	23,07	19,23	59,0	23,07	20,6
LP48	57,14	15	72,14	12,69	15,87	57,14	12,69	30,87

Keterangan :

Q = Kuarsa Qm = Kuarsa Monokristalin

F = Feldspar Qp = Kuarsa Polikristalin

L = Lithik Lt = Lithik total



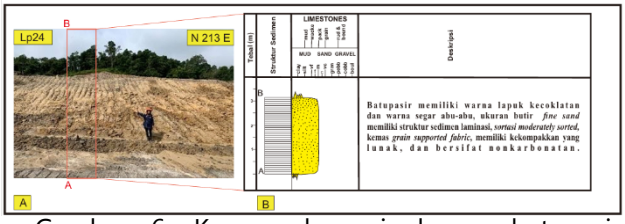
Gambar 5. Hasil Plot Diagram Dickinson 1983.

Persentase parameter diatas kemudian diploting kedalam diagram QFL dan QmFLt menurut Dickinson dkk. (1983). Hasil dari ploting klasifikasi jika dilihat dari kandungan QFL batuan, 4 sampel batupasir Formasi Muara Enim berasal dari *Recycled Orogen*. Hal ini mencerminkan asal usul material yang kompleks, dengan kandungan kuarsa yang tinggi dan mendominasi karena ketahananya terhadap pelapukan dibanding dengan mineral feldspar dan litik batuan, sedangkan 2 sampel berasal dari arc magmatic subzona dissected, yang dicirikan dengan kehadiran fragmen litik yang lebih sedikit dari kerusakan material vulkanik (Dickinson, 1983). Ini termasuk feldspar, yang terdiri dari jumlah plagioklas dan kalium feldspar yang hampir sama.

Selanjutnya jika dilihat dari kandungan QmFLt batuan, hasil plotting diagram Dickinson (1983) menunjukkan 4 sampel batupasir Formasi Muara Enim berasal dari *Recycled Orogen sub zona Mixed*, sedangkan 2 sampel berasal dari *magmatic arc sub zona dissected arc*.

Berdasarkan hasil ploting dalam diagram QFL dan QmFLt batuan, Dickinson (1983), menunjukkan provenance batupasir Formasi Muara Enim sebagian besar berasal dari *Recycled Orogen* yang sebelumnya telah beberapa kali dipengaruhi oleh aktivitas tektonik seperti proses pengangkatan. Wilayah sumatra berada ditepi lempeng aktif dimana Lempeng Indo-Australia bertabrakan dengan lempeng Eurasia, menyebabkan pembentukan Pegunungan Bukit Barisan dan berbagai aktivitas vulkanik dan tektonik. Berdasarkan komposisi mineral dari 6 sampel diatas, batupasir Formasi Muara Enim memiliki kelimpahan pada mineral kuarsa karena ketahananya terhadap pelapukan dibanding dengan mineral feldspar dan litik batuan mencerminkan provenance atau batuan asal berasal dari *Subduction Complex Sources*.

Selanjutnya jika dilihat dari kenampakan dilapangan yang diwakilkan pada LP24 (Gambar 6) didominasi oleh struktur laminasi cross bedding dengan ukuran butir pada lapisan bawah medium sand dan pada lapisan atas fine sand yang menandai terbentuk ketika kuat arus yang kuat yang membawa partikel kasar dari kondisi yang kuat ke kondisi arus yang lemah dan mengendapkan partikel halus, yang terjadi pada lingkungan pengendapan fluvial.



Gambar 6. Kenampakan singkapan batupasir Formasi Muara Enim pada LP24.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis petrografi 6 sampel batupasir, batupasir Formasi Muara Enim diklasifikasikan sebagai 2 jenis batupasir *Sublitharenite, 3* jenis batupasir *lithic arkose, dan 1 jenis batupasir Feldspatic litharenite,* menurut Klasifikasi Folk, dkk (1970). Kemudian setelah dianalisa *provenance* presentase QFL dan QmFLt Diagram Dickinson (1983), Hasil menunjukkan bahwa batupasir Formasi Muara Enim berasal dari tinggian yang dipengaruhi oleh proses tektonik Orogen yang dibuang, menunjukkan bahwa aktivitas tektonik seperti pengangkatan telah mempengaruhi sumber batuan asal berkali-kali dan didominasi oleh mineral kuarsa yang sifatnya cukup resiten dibandingkan dengan feldspar dan lithik mencerminkan provenance atau batuan asal berasal dari *Subduction Complex Sources*.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada dosen pembimbing, orang tua, dan teman-teman yang telah menawarkan saran, bimbingan, dan kritik, serta telah memberikan dukungan dalam penelitian dan penyusunan makalah penulis.

Daftar Pustaka

Aini, H.N., Ildrem, S., Aton Patonah. 2019. Provenance Batupasir dan Batulempung Anggota Tuf Formasi Waturanda, Daerah Kebumen, Jawa Tengah. Padjadjaran Geoscience Journal. Vol. 3, No.4, Agustus 2019.

Balfas, M & Abdurrokhim. Provenance Batupasir Lintasan Sungai Cilutung, Formasi Halang, Majalengka Jawa Barat. Padjadjaran Geoscience Journal. Vol. 2, No.1, Februari 2018.

Barber, A.J., Crow, M.J. and Milson, J.S., 2005, *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution. London: The Geological Society.*

Boggs, Sam. 1987. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy 4th-ed. United States of America. Pearson Education, Inc. Upper Saddle River*, NJ 07458.

Darman, H., dan Sidi, F.H., 2000, *An Outlined Of The Geology Of Indonesia*, Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Jakarta.

Derkowska, K., W. B., J. Baron., Ewa Lisowska. 2021. *Morphology, function, petrography and provenance of ground stone tool assemblage from Niemcza´ nska, Poland in the light of late Bronze Age lithic production in the Odra basin*. Quanternary International 568 (2021) 105-120.

Dickinson WR., 1970. *Interpreting Detrital Modes of Greywacke and Arkose, Journal of Sedimentary Petrography, Vol. 40, pp. 695- 707. Dickinson, W.R., &, Suczek, C.,. 1979. Plate Tectonic and Sandstone Compositions. America : The American Association of Petroleum Geologists*, V. 63., No. 12, pp. 2164-2182.

Dickinson and Suczek., 1979, *Plate Tectonics and* Sandstone *Composition.*, AAPG Bulletin, v.63, p.2164-2182.

Febbo, M.B., R.N., Tomezzoli, N.N., Cesaretti, G., Natalia B, Guadalupe Arzadun., 2022. *Petrography and tectonic provenance of the Permian Tunas Formation: Implications on the paleotectonic setting during the Claromeco Foreland Basin evolution, southwestern Gondwana margin, Argentina. Journal of palaegeography*, 2022, 11(3): 427-447 (00275).

Folk, R. L. (1980). *Petrology of Sedimentary Rock. In R. L. Folk, Petrology of Sedimentary Rock (p. 184). Austin: Hemphill Publishing Company.*

Idarwati. 2018. Petrologi Batubara Formasi Muara Enim, Sub-Cekungan Palembang Selatan. Jurnal Ilmiah Geologi Pangea. Vol. 5, No. 1. 2018.

Jannah, S.M., Endang Wiwik D.H., Karakteristik Batupasir dan Provenance Formasi Peneta Daerah Tambang Tinggi dan Sekitarnya, Kabupaten Sarolangun, Jambi. Jurnal Penelitian Sains Teknologi. Vol. 13, No. 1, 2022.

Kasim S.A., M.S., Nisar Ahmed., A. Rashid. 2023. *Facies analysis, petrography and textural characteristics of the onshore Paleogene-Neogene Lawin Basin, Perak, Peninsular Malaysia: Insights into palaeodepositional environment and provenance*. Journal of Asian Earth Sciences: X9 (2023) 100150.

Khan, M., Khan, R., Ul, S., Khan, Zhong, Y., 2024. Heliyon *Provenance , diagenesis , and depositional environment of Miocene Kamlial Formation , Azad Jammu and Kashmir , Sub Himalayas , Pakistan : Evidences from field observations and petrography*. Heliyon 10, e24309. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24309

Lundmark, A.M., Lamminen, J., 2016. *The provenance and setting of the Mesoproterozoic Dala Sandstone, western Sweden, and paleogeographic implications for southwestern Fennoscandia*. Precambrian Res. 275, 197–208.

Madhavaraju J., D.G., E. R.M., C.M. Gonzalez-Leon., John S. 2024. Provenance and tectonic setting of sandstones of the Lomas Coloradas Formation, Cabullona Group, Sonora, Mexico: Constraints on petrography and geochemistry. Journal of Paleogeography, 2024.

Pettijohn FJ. (1975). *Sedimentary Rocks, 3rd ed. New York: Harper & Row*. 1975:165.

Pulunggono, A., Haryo S., Agus and G. Kosuma, Chostine., 1992, *Pre-Tertiary and Tertiary Fault System As a Framework of The South Sumatra Basin; A Study of SAR-MAPS: Proceeding Indonesian Petroleum Association* (IPA 92-11.32).

Zhao et al., 2020. *Characterization and provenance of sandstones from the Gothic portal of St. Elizabeth of Hungary basilica in Wrocław*. Przeglad Geol. 67, 749–757.