

**PALEOTEMPERATUR DAN PALEOKSIGEN FORMASI JATILUHUR
BERDASARKAN ANALISIS KUMPULAN FOSIL FORAMINIFERA BENTONIK
KECIL PADA KECAMATAN JATILUHUR DAN SEKITARNYA, KABUPATEN
PURWAKARTA, JAWA BARAT**

Rizkysafira Ishendriati¹, Lia Jurnaliah², Winantris²

¹Program Studi Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

²Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor, Kab. Sumedang 45363, Jawa Barat

Email: rizkysafirafi27@gmail.com

Sari

Secara administratif daerah penelitian terletak pada Formasi Jatiluhur daerah Jatiluhur dan sekitarnya, Kecamatan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Pada geologi regional daerah penelitian masuk ke dalam Peta Geologi Regional Lembar Cianjur (Sudjatkiko, 2003) memiliki umur Miosen awal - Miosen tengah. Foraminifera bentonik merupakan salah satu biota yang mempunyai respon baik terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat digunakan dalam penentuan paleotemperatur dan kandungan oksigen (Hallock & Larsen, 1979). Sebanyak 18 sampel sedimen diambil dari tujuh (7) singkapan permukaan untuk analisis fosil foraminifera bentonik kecil. Selanjutnya dilakukan analisis kuantitatif berupa kelimpahan dan dominansi genus dari foraminifera bentonik kecil. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 102 genus dan 70.300 individu foraminifera bentonik kecil serta diperoleh sembilan (9) genus terpilih sebagai penciri. Berdasarkan kelimpahan dari kesembilan genus penciri, temperatur daerah penelitian relatif bersuhu dingin dengan kandungan oksigen yang rendah (*dysoxic*).

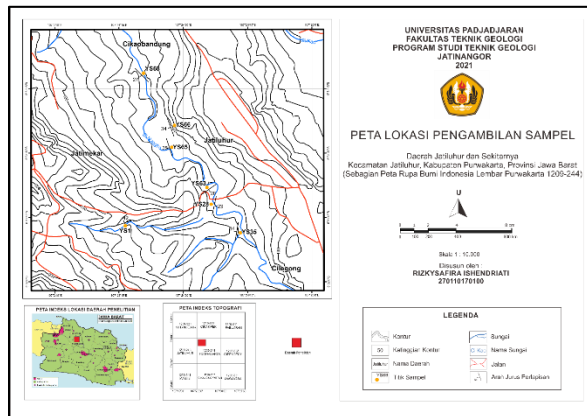
Kata Kunci: Foraminifera, Formasi Jatiluhur, Paleotemperatur, Paleoksigen

Abstract

*Administratively, the research area is located on the Jatiluhur Formation in Jatiluhur, Purwakarta, West Java. The research area is a part of Cianjur Regional Geology Map (Sudjatkiko, 2003) and its age ranged between Early Miocene - Middle Miocene. Benthic foraminifera have very good response to environmental changes so they can be used as indicators of paleotemperature and oxygen saturation (Hallock & Larsen, 1979). 18 sediments samples from 7 surface outcrops were used for benthic foraminifera fossils analysis. Next quantitative analysis in the form of genus abundance and dominance of small benthic foraminifera. Research shows of 102 genera and 70.300 individuals of small benthic foraminifera and 9 chosen genera as the main indicators. Based on the abundance of the 9 chosen genus, the temperature of the research area is relatively cold with low oxygen saturation (*dysoxic*).*

Keywords: Foraminifera, Jatiluhur Formation, Paleotemperature, Paleooxygen

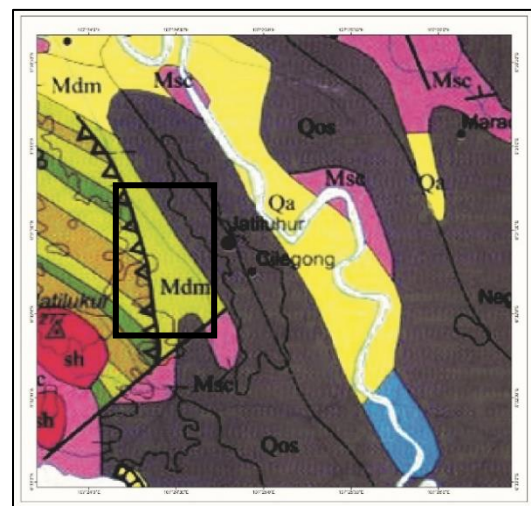
1. Pendahuluan



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel (Yesa, 2019)

Secara administratif lokasi penelitian terletak pada daerah Jatiluhur dan sekitarnya, Kecamatan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat pada koordinat $107^{\circ} 23' 57,5''$ BT sampai $107^{\circ} 25' 2,6''$ BT, $6^{\circ} 31' 1,01''$ LS sampai $6^{\circ} 32' 1,84''$ LS. Menurut Sudjarmiko (1972) dalam peta geologi regional lembar Cianjur satuan batuan yang tersingkap di daerah penelitian berumur Miosen tengah termasuk kedalam Formasi Jatiluhur (Mdm), terdiri atas napal abu-abu tua, batulempung napalan, dan serpih lempungan dengan sisipan batupasir kuarsa, kuarsit, dan batugamping napalan. Formasi Jatiluhur diendapkan pada lingkungan transisi (bagian bawah) serta lingkungan laut dangkal atau Zona Neritik (Martodjodjo, 2003). Terdapat banyak cara untuk melakukan analisis paleoekologi dan lingkungan pengendapan diantaranya memperhatikan geometri endapan, litologi, struktur sedimen, pola arus purba, dan kandungan fosil (Selley, 1988). Penelitian paleoekologi di Daerah Jatiluhur ini difokuskan pada penentuan paleotemperatur dan paleoksigen berdasarkan kumpulan fosil foraminifera bentonik kecil.

Menurut Tomasick (1997), Foraminifera bentonik dapat merekonstruksi paleoklim, paleoekologi, dan paleosenografi. Foraminifera bentonik memperlihatkan respon baik terhadap perubahan yang bersifat alamiah (perubahan iklim) maupun aktifitas manusia (Hallock & Larsen, 1979). Dengan demikian foraminifera bentonik dapat digunakan untuk analisis paleotemperatur dan paleoksigen.



Gambar 2. Sebagian Peta Geologi Regional (Sudjarmiko, 2003) dan Daerah Penelitian pada kotak merah

2. Tinjauan Pustaka

Foraminifera diklasifikasikan ke dalam Kingdom Protista dan masuk ke dalam Filum Protozoa yang hidup secara akuatik, memiliki satu atau lebih kamar yang terpisah satu sama lain oleh septa yang ditembus oleh banyak lubang halus atau foramen (Pringgoprawiro, 1993).

Mikrofosil foraminifera dapat menunjukkan paleoekologi, yaitu kondisi-kondisi dimana fosil tersebut hidup, kapan, dan bagaimana cara hidupnya (Pringgoprawiro dkk, 1993). Berdasarkan cara hidupnya, foraminifera dibagi menjadi 2 macam, yaitu foraminifera planktonik

yang hidup dengan melayang pada kolom air dan foraminifera bentonik yang hidup menambat di dasar laut (Haq & Boersma, 1998). Dalam aplikasi analisis fosil, foraminifera bentonik sangat baik digunakan untuk indikator paleoekologi, karena sangat peka terhadap perubahan lingkungan maupun sensitivitas ekologi yang terjadi (Murray, 2006 dan Bellier, 2010)

Kebutuhan organisme terhadap oksigen bervariasi, tergantung oleh jenis, stadia, dan aktivitas. Kandungan oksigen terlarut memengaruhi jumlah dan jenis mikrobentos di perairan. Semakin tinggi kadar O₂ terlarut maka jumlah bentos akan semakin besar. Dalam menentukan kandungan oksigen

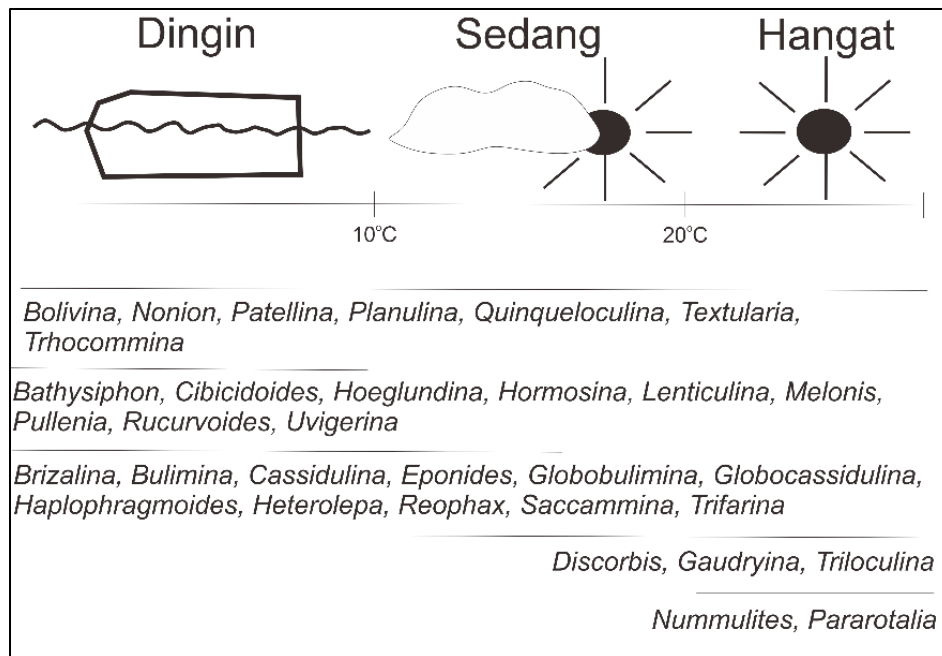
terlarut di masa lalu, foraminifera dikelompokkan menjadi 3 indikator yang meliputi, *dysoxic* atau lingkungan dengan kadar oksigen yang sangat rendah (0.1-0.3 mL/L), *suboxic* atau lingkungan yang dengan kadar oksigen yang rendah (0.3-1.5 mL/L), dan *oxic* atau lingkungan dengan kadar oksigen yang melimpah (>1.5 mL/L) berdasarkan hubungan antara karakteristik morfologi spesifik (atau komposisi cangkang spesies) dan tingkat oksigen serta mikrohabitat dari foraminifera bentonik berkapur. (Kaiho, 1994, dalam Murray, 2006).

Tabel 1. Kelompok foraminifera bentonik berdasarkan kandungan oksigen (Kaiho, 1994 dalam Murray, 2006)

Kondisi Oksigen	Kelompok
<i>Oxic</i> (> 1.5 mL/L)	Planoconvex yang besar, biconvex, trochospiral yang memutar dan cangkang spherical (>350 µm) dengan dinding cangkang yang tipis (<i>Cibicidoides</i> , <i>Nuttallides</i> , <i>Globocassidulina</i>) dan miliolids besar.
<i>Suboxic A</i>	Invidu kecil dari spesies <i>oxic</i> (>350 µm)
<i>Suboxic B</i> (0.3-1.5 mL/L)	<i>Lenticulina</i> , <i>Nodosaria</i> besar, <i>Dentalina</i> , <i>Pleurostomella</i> , <i>Bulimina</i> dan <i>Stilostamella</i> dengan ornamentasi yang besar, planispiral yang memutar, bentuk cangkang berbentuk telur yang pipih, dan taxa spherical, <i>Uvigerina</i> , <i>Oridorsalis</i> , <i>Gyroidina</i> , <i>Hoeglundina</i>
<i>Dyoxic</i> (0.1-0.3 mL/L)	<i>Bolivina</i> spp., <i>Cassidulina</i> <i>tumida</i> , <i>Chilastomella</i> spp., <i>Fursenkoina</i> <i>complanata</i> , <i>Fursenkoina</i> <i>rotundata</i> , <i>Globobulimina</i> spp., <i>Rutherfordia</i> spp., <i>Suggrunda</i> <i>eckisi</i>

Suhu air pada lingkungan laut untuk hidupnya foraminifera berkisar antara -2° sampai dengan +27°C untuk lautan dan 35°C untuk laut tertutup. Sedangkan menurut Keller (1985), pembagian suhu

laut dibagi menjadi tiga, yaitu dingin (<10°C), sedang (10°-20°C), dan hangat (>20°C). Pembagian foraminifera bentonik terhadap kondisi suhu laut terdapat pada (Gambar 2.9).



Gambar 3. Pembagian kelompok foraminifera bentonik terhadap suhu/temperatur (Ujetz, 1996 dalam Valchev, 2003)

3. Metode Penelitian

Tahap pengerjaan lapangan dilakukan dengan pengambilan sampel sedimen dari tujuh (7) stasiun dan 18 conto batuan Anggota Napal dan Batupasir Kuarsa Formasi Jatiluhur (Mdm) yang dilakukan oleh Yesa (2019). Pada tahap penelitian laboratorium, sampel sedimen yang diperoleh dari lapangan lalu dipreparasi dengan tujuan untuk memisahkan mikrofosil yang terdapat dalam batuan dari material-material lempung (matrik) yang menyelimutinya. Tahap selanjutnya adalah proses picking yaitu dengan memisahkan fosil dengan sedimen lainnya dengan jarum penjentik. Proses ini diamati di bawah mikroskop binokuler. Kemudian menempelkan fosil pada *plate* menggunakan campuran lem dan sedikit air. Determinasi foraminifera bentonik kecil mengacu pada Barker (1960), Debenari (2012), Loeblich dan Tappan (1994), dan Van marle (1989). Setelah pengamatan

dilakukan pengambilan gambar cangkang fosil menggunakan kamera digital.

Paleotemperatur pada daerah penelitian mengacu kepada Valchev (2003) Murray (2006), dan Hofker (1978). Paleoksigen mengacu pada Murray (2006). Dominansi dihitung berdasarkan jumlah genus yang hadir pada tiap conto batuan dengan ketentuan apabila jumlah genus < 20, paling sedikit 25% dari seluruh jumlah foraminifera, apabila > 20, paling sedikit 35% dari seluruh jumlah foraminifera (Sukandarrumidi, 1992). Dari tiap conto batuan yang didapatkan dominansi dari tiap genus yang dapat membantu untuk menentukan temperatur dan kandungan oksigen daerah penelitian.

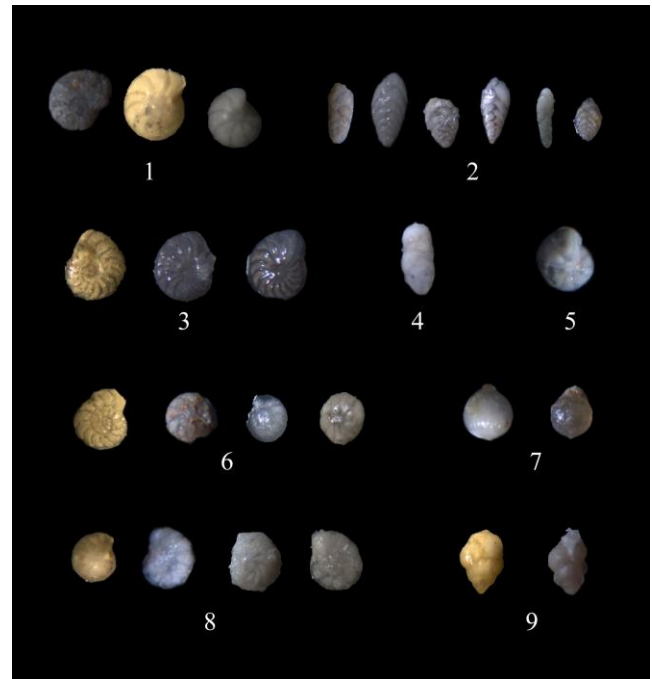
4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis kuantitatif fosil foraminifera bentonik kecil terhadap 18 sampel sedimen diperoleh 70.300 individu. Hasil determinasi terhadap seluruh individu terdapat 185 spesies dan 102 genus fosil foraminifera bentonik kecil. Berdasarkan dominansi genus pada setiap sampel batuan, didapatkan masing-masing genus terpilih untuk analisis paleotemperatur dan paleobatimetri pada daerah penelitian. Berdasarkan dominansi genus pada tiap sampel, didapatkan hasil pada (Tabel 2).

Tabel 2. Kelimpahan Genus Foraminifera Bentonik Kecil Dominan (terpilih) dari setiap sampel

Kode Sampel	Genus	% Individu
Ys 1 (1)	<i>Bolivina</i>	20%
Ys 1 (2)	<i>Heterolepa</i>	21.21%
Ys 1 (3)	<i>Bolivina</i>	21.10%
Ys 1 (5)	<i>Textularia</i>	14.88%
Y 66	<i>Elphidium</i>	19.28%
Y 65	<i>Cassidulina</i>	20.37%
Y 65 (2)	<i>Lagena</i>	17.54%
Y 68	<i>Bolivina</i>	34.04%
Y 63	<i>Bolivina</i>	28.21%
Y 28 (1)	<i>Lenticuna</i>	12.50%
Y 28 (2)	<i>Bolivina</i>	14.29%
Y 28 (3)	<i>Bolivina</i>	22.97%
Y 28 (4)	<i>Bolivina</i>	19.51%
Y 28 (5)	<i>Bolivina</i>	40%
Y 28 (6)	<i>Bolivina</i>	20%

Y 28 (7)	<i>Bolivina</i>	19.67%
Y 28 (8)	<i>Uvigerina</i>	17,82%
Y 35	<i>Anomalinoidea</i>	13,79%
	<i>Bolivina</i>	



Gambar 4. Genus-genus terpilih daerah penelitian untuk analisis paleoekologi, yaitu:

1. *Anomalinoidea* 2. *Bolivina* 3. *Elphidium* 4. *Textularia* 5. *Cylammina* 6. *Heterolepa* 7. *Lagena* 8. *Lenticulina* 9. *Uvigerina*

Formasi (Sudjarmiko, 2003)	Umur (Sudjarmiko, 2003)	Kode Sampel	Temperatur			Kandungan Oksigen			Nama Genus Dominan
			Dingin	Sedang	Hangat	Dyoxic	Suboxic	Oxic	
			(<10°C)	(10°-20°C)	(>20°C)	0.1-0.3 mL/L	0.3-1.5 mL/L	>1.5 mL/L	
Formasi Jatiluhur (Mdm)	Miosen Tengah	Y 35							<i>Anomalinoidea & Bolivina</i>
		Y28(8)							<i>Uvigerina</i>
		Y28(7)							<i>Bolivina</i>
		Y28(6)							<i>Bolivina</i>
		Y28(5)							<i>Bolivina</i>
		Y28(4)							<i>Bolivina</i>
		Y28(3)							<i>Bolivina</i>
		Y28(2)							<i>Bolivina</i>
		Y28(1)							<i>Lenticulina</i>
		Y 63							<i>Bolivina</i>
		Y 68							<i>Bolivina</i>
		Y 65(2)							<i>Lagena</i>
		Y 65							<i>Textularia</i>
		Y 66							<i>Elphidium</i>
		Ys 1(5)							<i>Cyclammina</i>
		Ys 1(3)							<i>Bolivina</i>
		Ys 1(2)							<i>Heterolepa</i>
		Ys 1(1)							<i>Bolivina</i>

Gambar 5. Kurva Perubahan Temperatur dan Kandungan Oksigen Daerah Penelitian

Hasil persentase kelimpahan genus terpilih dari setiap sampel memperlihatkan temperature dasar laut bersuhu relatif dingin. Perubahan temperatur dasar laut mengalami 8 kali perubahan, pada mulanya daerah penelitian yaitu sampel Ys 1(1) memiliki temperatur dasar laut berada pada sekitar <10°C, kemudian berubah menjadi daerah sekitar 10°-20°C pada sampel Ys 1(2). Kemudian temperatur dasar laut kembali sekitar <10°C pada sampel Ys 1 (3), Ys 1(5), dan Y 66. Terjadi perubahan temperatur menjadi sedang atau sekitar 10°-20°C yang kedua kali pada sampel Y 65, kemudian temperatur menjadi stabil sekitar <10°C pada sampel Y 65(2) hingga sampel Y 35. Perubahan temperatur pada dasar laut dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan iklim maupun faktor penurunan muka air laut yang terjadi pada Miosen Tengah.

Kandungan oksigen terlarut pada daerah penelitian menunjukkan kondisi oksigen yang relative, yaitu Dyoxic atau

memiliki kandungan oksigen yang rendah. Lingkungan daerah penelitian mengalami beberapa kali perubahan (Tabel 5). Pada mulanya daerah penelitian berada pada kondisi *Dyoxic*, lalu berubah menjadi *Suboxic* pada sampel Y 65 (2), dan kemudian pada sampel Y 68 berubah kembali menjadi kondisi *Dyoxic*. Perulangan perubahan kandungan oksigen menjadi kondisi *Suboxic* juga terjadi pada sampel Y 28(1) dan Y 28(8), lalu menjadi kondisi *Dyoxic* kembali pada sampel Y 28(2) dan Y 35. Hal ini diperkuat oleh Boltovskoy & Wright (1976) menyebutkan peningkatan suhu air dapat menurunkan kapasitas air untuk melarutkan oksigen. Semakin hangat suhu air, kandungan oksigen pada lingkungan tersebut akan tinggi. Dalam kasus ini, lingkungan daerah penelitian memiliki kandungan oksigen yang rendah menandakan bahwa suhu air yang rendah pada daerah penelitian cukup untuk melarutkan kadar oksigen.

Perubahan temperatur dan kandungan oksigen daerah penelitian kemungkinan dapat disebabkan oleh perubahan zona batimetri, penurunan suhu air, dan perubahan ketinggian muka air laut. Menurut Layadi (2018), selama Miosen Tengah Formasi Jatiluhur terjadi proses pengendapan endapan turbidit daerah penelitian memiliki pola perkembangan kearah laut atau progradasi yang dipengaruhi oleh proses regresi dimana ketinggian muka air laut atau suplai sedimen mempengaruhi proses pengendapan di daerah penelitian.

Secara global, pada Miosen Tengah juga terjadi penurunan permukaan laut yang drastis selama Neogen akibat dari gerusan oleh arus dasar samudera dan permulaan glasiasi pada kedua kutub (HiroshiUjiié, 1984). Selain itu, pada Miosen Akhir - Pliosen terjadi penurunan suhu yang disebut sebagai pendinginan global yang diakibatkan oleh penutupan laut Indonesia (Akmaluddin.,dkk, 2010).

5. Kesimpulan

Didapatkan 70.300 individu dan 102 genus foraminifera bentonik kecil yang digunakan dalam analisis paleotemperatur dan paleobatimetri daerah penelitian. Berdasarkan dominansi genus setiap sampel batuan, didapatkan 9 genus terpilih sebagai penciri. Temperatur pada daerah penelitian bersifat relatif ber-suhu dingin yaitu kurang dari 10°C. Perubahan temperatur dasar laut mengalami 8 kali perubahan. Kandungan oksigen terlarut pada daerah penelitian menunjukkan kondisi oksigen yang relatif *dyoxic* atau memiliki kandungan oksigen yang rendah. Perubahan temperatur pada dasar laut dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan iklim maupun faktor penurunan muka air laut yang terjadi pada Miosen Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmaluddin, Koichiro Watanabe, Akihiro Kano dan Wartnono Rahardjo. 2010. Miocene Warm Tropical Climate: Evidence Based on Oxygen Isotope in Central Java, Indonesia. *International Journal of Environmental and Earth Science*. 1:2, h/52-56.
- Boltovskoy, E. dan Wright, R., 1976. Recent Foraminifera. Dr. W. Junk b.v. publishers the Hague.
- Haq, B. U., & Boersma, A. (Eds.). (1998). *Introduction to marine micropaleontology*. Elsevier.
- Hofker, J. (1978). Biological results of the Snellius expedition XXX: the foraminifera collected in 1929 and 1930 in the eastern part of the Indonesian Archipelago.
- Layadi, E. J. (2019). Analisis litofasies, asosiasi litofasies dan model lingkungan pengendapan formasi Jatiluhur bagian atas di daerah Desa Suka Makmur dan sekitarnya, Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *SKRIPSI-2018*.
- Loeblich, A. R., dan Tappan, H., 1994. Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea. Special Publication no. 31. Cushman Foundation For Foraminiferal research Inc. Department of Invertebrate Paleontology. Harvard University. Cambridge, USA; 661 hal
- Martodjodjo, S., (2003). Evolusi Cekungan Bogor Jawa Barat. Jurusan Teknik Geologi. Institut Teknologi Bandung.
- Murray, J. 2006. Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. Cambridge University Press. New York.
- Pringgoprawiro, H., & Kapid, R. (2000). Foraminifera: pengenalan mikrofossil dan aplikasi biostratigrafi. *ITB. Bandung*. 183hlm.

- Selley, Richard C., 1998. Elements of Petroleum Geology. Academic Press. Plate 3.
- Sukandarrumidi. 1992. Biostratigrafi. Pertukaran Pengajar Antar Universitas (IPA – UAG). Universitas Padjadjaran. Bandung
- Tomascik, T., Mah, J.A., Nontji, A., dan Moosa, M.K. (1997). The ecology of the Indonesian seas. Oxford University Press.
- Ujetz, B. (1996). *Micropaleontology of paleogene deep water sediments, Haute-Savoie, France* (Doctoral dissertation, University of Geneva).
- Ujiié, H. (1984). A Middle Miocene hiatus in the Pacific region: Its stratigraphic and paleoceanographic significance. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 46(1-3), 143-164.
- Valchev, B. (2003). On the potential of small benthic foraminifera as paleoecological indicators: recent advances. *Ann. UMG*, 46, 51-56.
- Yesa, Rahma (2019). Geologi Daerah Jatiluhur Dan Sekitarnya, Kecamatan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. Universitas Padjadjaran. Sumedang.