

PALEOBATIMETRI FORMASI KALIBENG BERDASARKAN ANALISIS RASIO P/B FORAMINIFERA KECIL PADA LINTASAN KALI DOLOG, JAWA TENGAH.

Benyamin Perwira Shidqi^{1*}, Lia Jurnaliah¹, Winantris¹

¹Universitas Padjadjaran

*Korespondensi: bps.wira@gmail.com

ABSTRAK

Secara administratif daerah penelitian terletak di Kali Dolog, Desa Batusari, Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Lintasan Kali Dolog terletak pada Formasi Kalibeng berumur Miosen akhir-Pliosen dengan litologi yang tersusun atas dominasi batulanau dan batupasir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi paleobatimetri. Hasil ini dapat menjadi acuan rekonstruksi lingkungan pada daerah Jawa Tengah. Data yang digunakan berupa kelimpahan foraminifera planktonik dan bentonik kecil. Analisis kuantitatif berupa rasio P/B kecil digunakan dalam pengolahan data foraminifera. Berdasarkan hasil analisis kelimpahan foraminifera planktonik dan bentonik kecil, teridentifikasi foraminifera planktonik berjumlah 486.108 individu dan foraminifera bentonik berjumlah 54.262 individu. Hampir seluruh sampel lintasan Kali Dolog terendapkan pada laut dalam dengan zona batimetri batial. Terjadi 3 (tiga) kali perubahan signifikan menjadi laut dangkal dengan zona batimetri neritik luar.

ABSTRACT

Administratively, the research area is located at Kali Dolog, Batusari village, Mranggen district, demak regency, central java. Kali dolog section lies along the late miocene – pliocene kalibeng formation which consists primarily of siltstone and sandstone. The aim of this research is to determine the paleobathymetry at the time/in late miocene – pliocene. This research could also be used as a reference for environmental reconstruction of central java area. Quantitative method of P/B ratio is used to process data of foraminifera.. Based on foraminiferal abundance analysis, there are 486.108 specimen of planctonic foraminifera and 54.262 specimen of small benthic foraminifera.. All samples from kali dolog section were dominantly deposited at upper – lower bathyal bathymetric zone on deep marine environment and already undergone 3 times of significant shift into outer neritic bathymetric zone on shallow marine environment..

Keywords: Foraminifera; P/B Ratio; Deep Marine; Paleobathymetry

1. PENDAHULUAN

Foraminifera adalah organisme bersel tunggal (Protista) yang memiliki cangkang atau test (cangkang internal). Foraminifera mempunyai populasi yang melimpah dan penyebaran horizontal yang luas, sehingga ditemukan hampir di semua lingkungan laut. Diversitas dari foraminifera bervariasi pada kondisi

lingkungan yang berbeda (Boltovskoy & Wright, 1976). Beberapa spesies melimpah hanya di laut dalam, sedangkan beberapa spesies lainnya hanya ditemukan di terumbu karang, dan sebagian yang lain hidup di muara sungai yang bersifat payau atau lingkungan rawa pasang surut (Valchev, 2003). Mendes, dkk (2004) menyimpulkan

didalam penelitiannya bahwa jumlah foraminifera bentonik dan indeks diversitas berhubungan dengan batimetri.

Penentuan lingkungan pengendapan dengan menggunakan fosil foraminifera sebelumnya telah diteliti oleh peneliti terdahulu. Keseluruhan peneliti membuat klasifikasi kedalaman laut berdasarkan *bathymetric-biofacies*, yaitu pembagian dasar laut berdasarkan kedalaman dan asosiasi fauna mikronya. Salah satu yang dapat digunakan adalah analisis kuantitatif foraminifera menggunakan rasio foraminifera planktonik dan bentonik kecil. Penelitian pertama mengenai rasio foraminifera planktonik dan bentonik dalam sedimen pada bagian tepi continental dilakukan oleh Israelsky (1949) dan Phleger (1951), lainnya Grimsdale dan Van Markhoven (1955) mengungkapkan bahwa rasio ini memungkinkan untuk digunakan dalam memperkirakan kedalaman dari sedimen pada sekuen kapur dan tersier marin terbuka (Van Marle, 1989 dalam Jurnaliah, 2014; Negri, 2015; Gasparini, 2017).

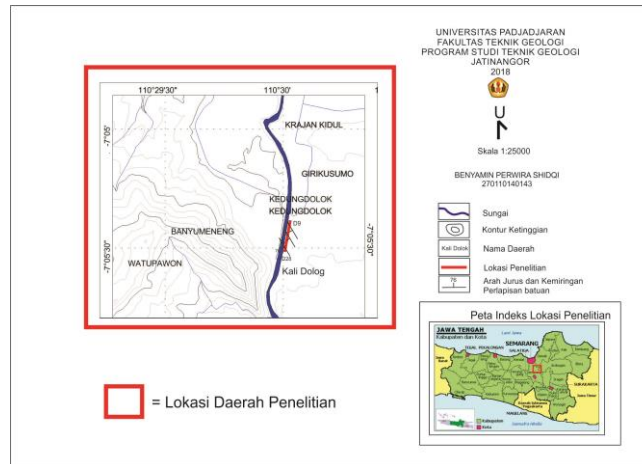
Boltovskoy (1976; Yasuhara 2017) menegaskan bahwa adanya perubahan signifikan didalam distribusi vertikal foraminifera bentonik secara kuantatif, bahwa jumlah foraminifera

bentonik akan turun selaras dengan semakin dalamnya laut. Hal ini disebabkan karena di zona batimetri yang lebih dalam, cahaya semakin berkurang, temperature dan salinitas cenderung stabil, nutrisi semakin jarang, dan komposisi cangkang kalsium karbonat akan mulai terlarut. Dalam penentuannya, rasio ini hanya mempertimbangkan jumlah individu dari foraminifera planktonik dan bentonik tanpa memerlukan nama genus (spesies).

Keseluruhan penelitian menggunakan 28 sampel yang diambil pada lintasan Kali Dolog, Jawa Tengah. Seluruh sampel masuk kedalam Formasi Kalibeng yang dicirikan dengan litologi napal pejal di bagian atas dan napal bersisipan batupasir tufan dan bintal batugamping di bagian bawah. Formasi ini berumur Miosen Akhir-Pliosen (N16-N21) (Sukardi dan Budhitrisna, 1992).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Lokasi penelitian terletak di Kali Dolog, Desa Batusari, Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Sampel batuan diambil di lintasan Kali Dolog dengan panjang lintasan 210 meter dan conto batuan berjumlah 28.

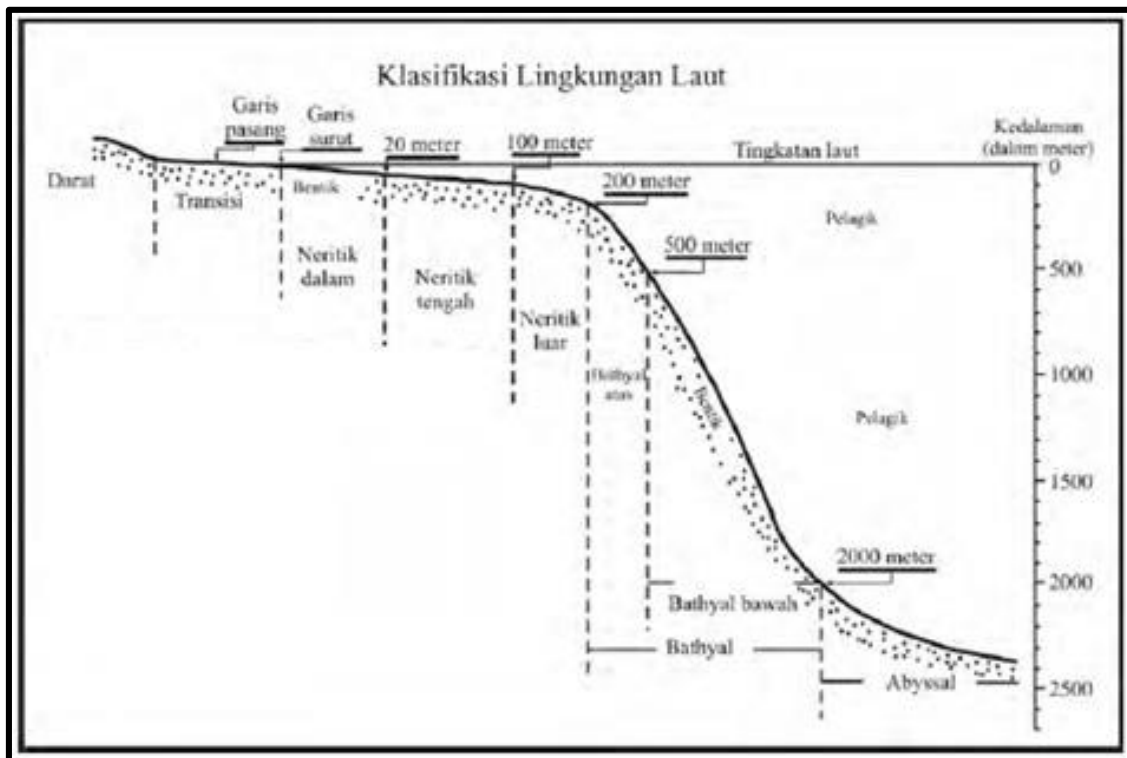


Gambar 2.1 Lokasi daerah penelitian

Batimetri

Tipsword, dkk (1966) dalam Pringgoprawiro (2000) menggunakan data fosil mikro dari Teluk Meksiko yang digabungkan dengan data asosiasi litologi, sedimentologi, dan tektonik untuk penafsiran paleokologi

sehingga dapat membagi lingkungan laut ke dalam delapan zona, yaitu darat, transisi, neritik dalam, neritik tengah, neritik luar, batial atas, batial bawah, dan abisal seperti pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Klasifikasi lingkungan laut menurut Tipsword dkk (1966) dalam Pringgoprawiro (2000).

Batimetri dan Rasio Plangtonik - Bentonik

Penelitian pertama mengenai rasio foraminifera plangtonik dan bentonik dalam sedimen pada bagian tepi continental dilakukan oleh Israelsky (1949) dan Phleger (1951), lainnya Grimsdale dan Van Markhoven (1955) mengungkapkan bahwa rasio ini memungkinkan untuk digunakan dalam memperkirakan kedalaman dari sedimen pada sekuen kapur dan tersier laut terbuka (Van Marle, 1989 dalam Jurnaliah, 2014; Negri, 2015; Gasparini, 2017).

Rasio foraminifera plangtonik dan bentonik dapat digunakan dalam penentuan kedalaman (Tabel 2.1), *paleoenvironment*, paleoekologi, distribusi massa air, dan intensitas aliran. Boltovskoy (1976; Yasuhara 2017) menegaskan bahwa adanya perubahan signifikan didalam distribusi vertikal foraminifera bentonik secara kuantitatif menunjukkan bahwa jumlah foraminifera bentonik akan turun selaras dengan semakin dalamnya laut. Hal ini disebabkan karena di kedalaman yang lebih besar, cahaya semakin berkurang, temperatur dan salinitas cenderung stabil, nutrisi semakin jarang, dan komposisi cangkang kalsium karbonat akan mulai terlarut.

Dalam penentuannya, rasio ini hanya mempertimbangkan jumlah individu dari foraminifera plangtonik dan bentonik tanpa memerlukan nama genus (spesies), akan tetapi dibutuhkan kemampuan penelitiannya untuk dapat membedakan jenis foraminifera plangtonik dan bentonik berdasarkan morfologi cangkangnya dan mengelompokkannya.

Tabel 2.1 Klasifikasi dari rasio P/B (Murray, 1976 dan Boersma, 1983, dalam Valchev, 2003)

Rasio P/B	Lingkungan
< 20 %	Neritik dalam (paparan dalam)
20 - 60 %	Neritik tengah (paparan tengah)
40 - 70 %	Neritik Luar (paparan luar)
>70%	Batial atas
>90%	Batial Bawah

3. METODE

Tahap Persiapan

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi pustaka yang diulas kembali dan metode kuantitatif fosil. Analisis kuantitatif diawali dengan tahap preparasi yaitu suatu proses untuk mengubah suatu conto batuan yang telah dipilih menjadi conto batuan yang siap dianalisis secara mikropaleontologi dengan menggunakan metode hidrogen peroksida. Tahap selanjutnya adalah penjentikan dan penempelan fosil ke dalam *plate* fosil. Penjentikan merupakan proses memisahkan fosil foraminifera dari residu sedimen lainnya dengan menggunakan jarum penjentik. Residu yang telah kering diamati dibawah mikroskop binokuler. Tahap ini dilakukan dengan *picking* residu dengan berat 1 gram. Seluruh fosil

yang ada didalam residu tersebut di-*picking* sampai tidak ada fosil lagi yang tersisa dan dikelompokkan berdasarkan cara hidupnya. Kemudian dihitung jumlah fosil keseluruhannya.

Determinasi dan Penamaan Fosil

Determinasi merupakan tahap menentukan nama genus hingga spesies pada semua individu foraminifera yang telah ditempel di *plate* fosil. Penentuan nama genus hingga spesies tersebut menggunakan literatur yang sudah ada. Indonesia memiliki iklim tropis, untuk itu, literature yang digunakan harus merupakan literatur foraminifera yang sesuai dengan keadaan iklim Indonesia. Literature yang digunakan penulis untuk determinasi foraminifera plangtonik adalah *Bolli* dkk (1985) dan *Postuma* J.A. (1971). Sedangkan untuk determinasi foraminifera bentonik dilakukan menurut Loeblich, A.R. and Tappan, H., (1994), Van Marle (1989), Barker (1960), dan Jean-Pier (2012).

Morfologi fosil yang harus diperhatikan pada saat determinasi adalah:

1. Komposisi dan bentuk dinding *test* (cangkang)
2. Jumlah, bentuk, dan susunan kamar
3. Bentuk dan letak mulut, *aperture primer*, *aperture sekunder*, dan jumlah *aperture*
4. Bentuk dan posisi *aperture*

Tahap Pengolahan Data

Fosil yang dihitung pada penelitian ini adalah fosil foraminifera plangtonik dan bentonik kecil. Penentuan paleobatimetri pada penelitian ini menggunakan metode P/B (foraminifera plangtonik dan

bentonik) rasio. Metode ini memerlukan data jumlah individu foraminifera plangtonik dan bentonik kecil. Berdasarkan jumlah individu kedua jenis foraminifera kecil tersebut maka dapat diketahui kedalaman dan paleobatimetri.

Perhitungan rasio foraminifera plangtonik dan bentonik dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rasio P/B} = \left(\frac{P}{P+B} \right) \times 100 \%$$

Keterangan:

P: Jumlah individu foraminifera plangtonik

B: Jumlah individu foraminifera bentonik

Gambar 2.3 Rumus perhitungan rasio P/B (Boersma, 1983 dalam Valchev, 2003; Jurnaliah, 2014)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Jumlah Foraminifera Plangtonik dan Bentonik Kecil

Pada daerah penelitian terdapat 28 conto batuan yang digunakan untuk analisis foraminifera. Dari 28 conto batuan yang dianalisis, hanya 26 diantaranya yang terdapat fosil foraminifera bentonik maupun plangtonik. Sedangkan 2 conto batuan yaitu pada sampel D9 dan D16-17 tidak ditemukan fosil foraminifera plangtonik maupun bentonik (*barren*). Pada daerah penelitian dapat diidentifikasi sebanyak 27 spesies fosil foraminifera plangtonik dan 62 spesies fosil foraminifera bentonik. Seluruh fosil foraminifera berjumlah 540.370 individu dengan 486.108 merupakan fosil foraminifera plangtonik dan 54.262 merupakan fosil foraminifera bentonik.

Perhitungan rasio individu foraminifera planktonik dan bentonik ditujukan untuk menentukan lingkungan pengendapan sesuai tabel 2.1 Klasifikasi dari rasio P/B (Murray, 1976 dan Boersma, 1983, dalam Valchev, 2003). Pada tabel 2.2, dapat dilihat bahwa jumlah individu foraminifera planktonik jauh lebih banyak mendominasi dibandingkan jumlah individu foraminifera bentonik.

Rasio P/B menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan daerah penelitian selama Kala Miosen Akhir-Pliosen adalah laut dalam dengan perubahan variasi kedalaman dari zona batial atas-batial bawah, selanjutnya mendangkal menjadi zona neritik luar kembali menjadi zona batial atas-batial bawah. Setelah itu mendangkal kembali menjadi zona neritik luar dan kembali mendalam menjadi zona batial atas-batial bawah (Gambar 2.4)

Perubahan paleobatimetri pada daerah penelitian dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya naik-turunnya muka air laut maupun tektonik. Berdasarkan Sukardi & Budhistrisna (1992), terdapat periode tektonik yang terjadi pada kala Miosen-Pliosen sehingga diasumsikan zona batimetri daerah penelitian dapat berubah dikarenakan aktivitas tektonik karena hanya dengan aktivitas tektonik suatu permukaan bisa naik dan turun secara drastis. Akan tetapi, dibutuhkan

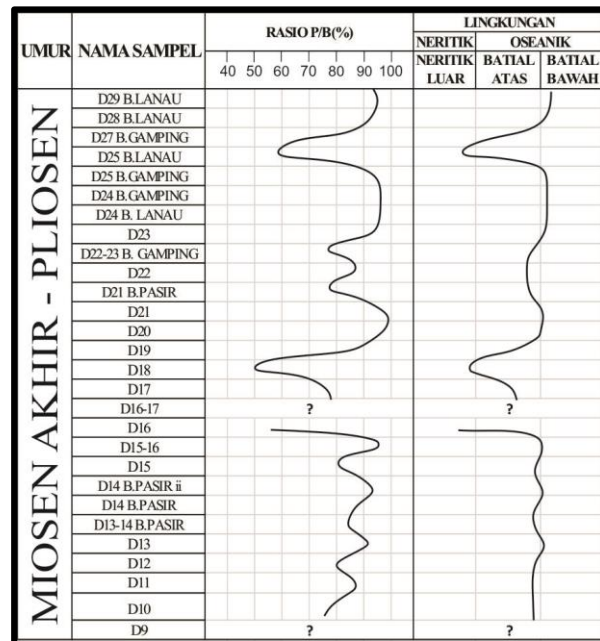
penelitian lebih lanjut secara komprehensif dengan data geologi lainnya untuk menentukan sebab perubahan zona batimetri tersebut.

Perubahan lingkungan yang terjadi selama miosen akhir-pliosen pada daerah penelitian mungkin terjadi karena perubahan naik-turunnya muka air laut. Hal ini dapat disebabkan oleh pengaruh global seperti perubahan iklim. Analisis tersebut diperkuat oleh Tang (2015), dalam tulisannya yang berjudul "*Strong Winter Monsoon Wind causes Surface Cooling over India and China in the Late Miocene*", bahwa pada kala miosen akhir-pliosen terjadi perubahan iklim, khususnya pada kawasan Asia Tenggara, yang dapat mempunyai dampak pada perubahan muka air laut.

Berdasarkan hasil analisis rasio P/B, pada kala miosen akhir-pliosen terdapat 3 kali fase perubahan lingkungan secara signifikan pada daerah penelitian. Pada sampel lapisan yang paling tua, lingkungan dimulai dari laut dalam (zona batial atas-batial bawah) kemudian lingkungan secara signifikan berubah menjadi laut dangkat (zona neritik luar). Setelah itu lingkungan kembali menjadi laut dalam (zona batial atas-batial bawah), lalu kembali berubah signifikan menjadi laut

Tabel 2.2 Jumlah Individu Foraminifera Plangtonik dan Bentonik Kecil pada Lintasan Kali Dolog, Jawa Tengah.

No	Nama Sampel	Jumlah Individu Foraminifera Plangtonik	Jumlah Individu Foraminifera Bentonik	Total	Rasio P/B (%)	Lingkungan
1	D9	0	0	0		?
2	D10	19520	7072	26592	73.41	Batial Atas
3	D11	4400	528	4928	89.29	Batial Atas
4	D12	1052	332	1384	76.01	Batial Atas
5	D13	37376	3840	41216	90.68	Batial Bawah
6	D13-14 B.PASIR	9472	2304	11776	80.43	Batial Atas
7	D14 B.PASIR	38208	6144	44352	86.15	Batial Atas
8	D14 B.PASIR ii	6848	576	7424	92.24	Batial Bawah
9	D15	1328	424	1752	75.80	Batial Atas
10	D15-16	2400	96	2496	96.15	Batial Bawah
11	D16	444	376	820	54.15	Neritik luar
12	D16-17	0	0	0	0	?
13	D17	218	72	290	75.17	Batial atas
14	D18	1504	2048	3552	42.34	Neritik luar
15	D19	47104	5376	52480	89.76	Batial Atas
16	D20	43776	1536	45312	96.61	Batial Bawah
17	D21	4288	320	4608	93.06	Batial Bawah
18	D21 B.PASIR	2624	1104	3728	70.39	Batial Atas
19	D22	232	26	258	89.92	Batial Atas
20	D22-23 B. GAMPING	2416	960	3376	71.56	Batial Atas
21	D23	44032	4096	48128	91.49	Batial Bawah
22	D24 B. LANAU	48384	3840	52224	92.65	Batial Bawah
23	D24 B.GAMPING	28032	2304	30336	92.41	Batial Bawah
24	D25 B.LANAU	26240	1536	27776	94.47	Batial Bawah
25	D25 B.GAMPING	6	5	11	54.55	Neritik luar
26	D27 B.GAMPING	76	19	95	80.00	Batial Atas
27	D28 B.LANAU	48384	3328	51712	93.56	Batial Bawah
28	D29 B.LANAU	74800	6000	80800	92.57	Batial Bawah
TOTAL		486108	54262	547426		



Gambar 2.4 Kurva perubahan lingkungan pengendapan berdasarkan rasio P/B pada lintasan Kali Dolog menurut klasifikasi P/B rasio (Murray, 1976 dan Boersma, 1983, dalam Valchey, 2003)

dangkal (zona neritik luar). Selanjutnya lingkungan kembali pada laut dalam (zona batial atas-batial bawah).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan, analisis, dan interpretasi data pada fosil pada lintasan Kali Dolog dapat disimpulkan bahwa perubahan paleobatimetri yang terjadi pada daerah penelitian secara lebih merinci dianalisis menggunakan perhitungan rasio P/B. Dapat dilihat bahwa paleobatimetri pada daerah penelitian selama kala miosen akhir-pliosen didominasi oleh lingkungan laut dalam (zona batial atas – batial bawah). Namun, terdapat 3 kali perubahan lingkungan secara signifikan menjadi

laut dangkal dengan zona batimetri neritik luar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Lily sebagai Kepala Laboratorium Paleontologi atas saran dan diskusi pada penyusunan penelitian ini. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada Ibu Ria atas bantuannya dalam pengerjaan penelitian selama berada di Laboratorium Paleontologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Blow, W.H., 1969. *Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy*. In Bronnimann, P., Renz, H.H., (Eds.), *Proc. First Int. Conf. Planktonic Microfossils*, Geneva, 1967: Leiden (E.J. Brill), 1:199-422.
- Bolli, H.M., and Saunders, J.B., 1985. *Oligocene to Holocene low latitude planktonic foraminifera*. In Bolli, H.M., Saunders, J.B., and Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*: Cambridge (Cambridge Univ. Press), 155-262.
- Boltovskoy, E., Scott, D.B., dan Medioli, F. S., 1991. *Morphological variations of benthic foraminiferal test in response to changes in ecological parameters; a review*. *Journal of Paleontology*, 65(2), hal 175-185
- Boltovskoy, E. dan Wright, R., 1976. *Recent Foraminifera*. Dr. W. Junk b.v. publishers the Hague; hal. 513.
- Debenay, J. P. 2012. *A Guide to 1000 Foraminifera from Southwestern Pacific: New Caledonia*. IRD Editions.
- Jurnaliah, L., Winantris, Fauzielly, L. 2017. *Metode Kuantitatif Foraminifera Kecil Dalam Penentuan Lingkungan*. Bulletin of Scientific Contribution, Vol 15, No.
- Loeblich, A. R. and Tappan, H., (1994). *Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea*. Cambridge, MA, USA (26 Oxford St Harvard University, Cambridge 02138: Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Dept. of Invertebrate Paleontology, Museum of Comparative Zoology.
- Murray, J.W., 2006. *Ecology and applications of benthic foraminifera*. Cambridge University Press.
- Postuma, J. A (1971). *Manual Planktonic Foraminifera*. Elsevier Pub. co, Amsterdam, New York.
- Pringgoprawiro, H., Kapid, R., dan Barmawidjaja, D.M. 1994. *Mikrofosil*, Buku 1. *Foraminifera, Panduan Kuliah Mikropaleontologi Umum*. ITB, Bandung.
- Pringgoprawiro, H. dan Kapid, R., 2000. *Foraminifera: pengenalan mikrofosil dan aplikasi*

- biostratigrafi. ITB. Bandung. 183 Hal
- R. W. Barker, 1960 *Taxonomic notes on the species, society of economic paleontologists and mineralogists*, Society of economic paleontologist and mineralogist.
- Sukardi dan T. Budhistrisna. *Peta Geologi Lembar Salatiga Jawa Tengah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Tang H., J.T. Eronen dkk, 2015. *Strong winter monsoon wind cause surface cooling over India and China in the Late Miocene*. Publisher: Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union, hal. 63-77
- Ujetz, B. 1996. *Micropaleontology of paleogene deep water sediments, Haute-Savoie, France*. Universite de Geneve, Publications du Departement de Geologie et Paleontologie.
- Valchev, B. 2003. *On the potential of small benthic foraminifera as paleoecological indicators: recent advances*. 50 years University of Mining and Geology. Vol 46, part 1, pp 189-194
- Van Marle, L.J., 1989. *Benthic Foraminifera From Banda Arc Region, Indonesia, and Their Paleobathymetric Significance For Geologic Interpretations of The Late Cenozoic Sedimentary Record*. Free Univeristy Press, Amsterdam; 271 hal.
- Yasuhara, M. dan Danovaro, R. 2016. *Temperature Impacts on Deep-sea Biodiversity*. Biological Reviews, 91(2), Hal 275-287