



## METODE KUANTITATIF FORAMINIFERA KECIL DALAM PENENTUAN LINGKUNGAN

Lia Jurnaliah, Winantris, Lili Fauzielly  
Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran  
[lia.jurnaliah@unpad.ac.id](mailto:lia.jurnaliah@unpad.ac.id)

### ABSTRAK

Foraminifera adalah hewan uniseluler yang dapat berperan sebagai indikator lingkungan. Metode kuantitatif foraminifera merupakan salah satu cara dalam penentuan lingkungan, diantaranya adalah rasio foraminifera planktonik dan bentonik (rasio P/B), Triangular plot Murray dan Indeks  $\alpha$  Fisher. Berdasarkan studi pustaka dan ulasan yang dilakukan terhadap ketiga metode tersebut dapat disimpulkan bahwa metode rasio P/B dapat digunakan dalam penentuan lingkungan laut dangkal dan laut dalam, tetapi tidak dapat digunakan untuk menentukan karakteristik ekologi dari lingkungannya. Sementara itu, Metode Triangular Plot Murray dan Indeks  $\alpha$  Fisher dapat digunakan hanya terbatas pada penentuan lingkungan laut dangkal, tetapi dapat digunakan untuk menentukan karakteristik ekologi lingkungannya.

**Kata Kunci:** Foraminifera, rasio P/B, Triangular Plot Murray, Indeks  $\alpha$  Fisher, lingkungan.

### ABSTRACT

*Foraminifera is a unicellular animal can act as indicators of the environment. Quantitative methods foraminifera is one way in the determination of the environment, such as ratio of planktonic and benthonic foraminifera ratio (P/B ratio), triangular plot murray and the index  $\alpha$ . Fisher. Based on the literature reviews of the third methods, it can be concluded that the ratio of P/B methods can be used in the determination of shallow marine and deep marine environment, but cannot be used to determine the characteristics ecology of its environment. On the other hand, method of Triangular Plot Murray and the index  $\alpha$  Fisher can be used is limited to the determination of the shallow marine environments, but can be used to determine the characteristics ecology of its environment.*

**Key words:** *Foraminifera, ratio P/B, triangular plot murray, index  $\alpha$  fisher, environment*

### PENDAHULUAN

Foraminifera adalah hewan satu sel (uniseluler) kosmopolitan yang menghasilkan cangkang berukuran antara 30 $\mu$  sampai lebih dari 1 cm. Foraminifera dapat ditemukan di lingkungan payau sampai laut dalam. Sensitivitas Foraminifera terhadap tempat hidupnya membuat mereka dapat digunakan sebagai indikator lingkungan. Mereka hidup pada ekologi tertentu sehingga mereka sangat berguna secara spesifik dalam interpretasi karakter dari lingkungan purba dan resen (Boltovskoy dan Wright, 1976). Data dari distribusi dan kelimpahan foraminifera dapat digunakan sebagai proksi paleoenvironment. Banyak dari data tersebut menghasilkan informasi kualitatif dan kuantitatif untuk menentukan kedalaman air atau perubahan muka laut relatif (Leckie & Olson, 2003).

Selanjutnya, Murray & Rohling (2012) menyatakan bahwa terdapat 2 (dua) metode analisis foraminifera yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Metode analisis kualitatif adalah suatu metode analisis foraminifera kecil yang tidak memerlukan jumlah individu tetapi hanya nama genus atau spesies dari foraminifera, sedangkan dalam metode analisis kuantitatif diperlukan jumlah individu dari genus atau spesies dari foraminifera.

Menurut Van Marle (1989) analisis kuantitatif foraminifera bentonik merupakan alat yang sangat baik dalam merekonstruksi lingkungan purba. Terdapat berbagai macam metode analisis kuantitatif foraminifera, pada tulisan ini akan mengulas mengenai metode Rasio foraminifera planktonik dan bentonik (rasio P/B), Triangular Plot Murray dan Indeks  $\alpha$  Fisher. Tujuan dari ulasan ini adalah untuk membandingkan ketiga jenis metode

tersebut sehingga dapat diketahui persamaan, kekurangan dan kelebihan dari setiap jenis metode. Selain itu hasil ulasan ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi peneliti yang akan melakukan penelitian tentang *paleoenvironment* dan paleoekologi berdasarkan foraminifera kecil.

**PEMBAHASAN**

**RASIO P/B**

Perubahan rasio foraminifera plangtonik dan bentonik dalam sedimen pada bagian tepi kontinental pertama kali diungkapkan oleh Israelsky (1949) dan Phleger (1951), sedangkan Grimsdale dan Van Markhoven (1955) mengungkapkan bahwa rasio ini kemungkinan metode yang dapat memperkirakan kedalaman dari sedimen pada sekuen Cretaceous dan Tersier marin terbuka (Van Marle, 1989). Metode rasio P/B dapat digunakan dalam penentuan kedalaman, *paleoenvironment*, paleoekologi, distribusi massa air dan intensitas aliran (contoh: Murray & Wright,

**METODE**

Metode yang digunakan dalam tulisan ini adalah studi pustaka. Bahan-bahan tulisan ini berasal dari beberapa pustaka berupa buku dan artikel. Keseluruhan bahan tersebut kemudian diulas, diberi pendapat dan dibuat satu kesimpulan.

1974; Van marle, 1989; Gibson, 1989; Kroon, dkk ,1993 dan Jurnaliah, 2016). Metode ini memerlukan data jumlah individu foraminifera plangtonik dan bentonik. Berdasarkan jumlah individu kedua jenis foraminifera kecil tersebut maka dapat diketahui kedalaman dan paleoenvironment suatu daerah. Penghitungan rasio foraminifera plangtonik dan bentonik dengan menggunakan rumus sebagai berikut: Rasio P/B= (P/P+B) x 100%; dimana P = Jumlah individu foraminifera plangtonik dan B = Jumlah individu foraminifera bentonik. Klasifikasi dari nilai rasio P/B dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi dari rasio P/B (Murray, 1976 dan Boersma, 1983 dalam Valchev, 2003)

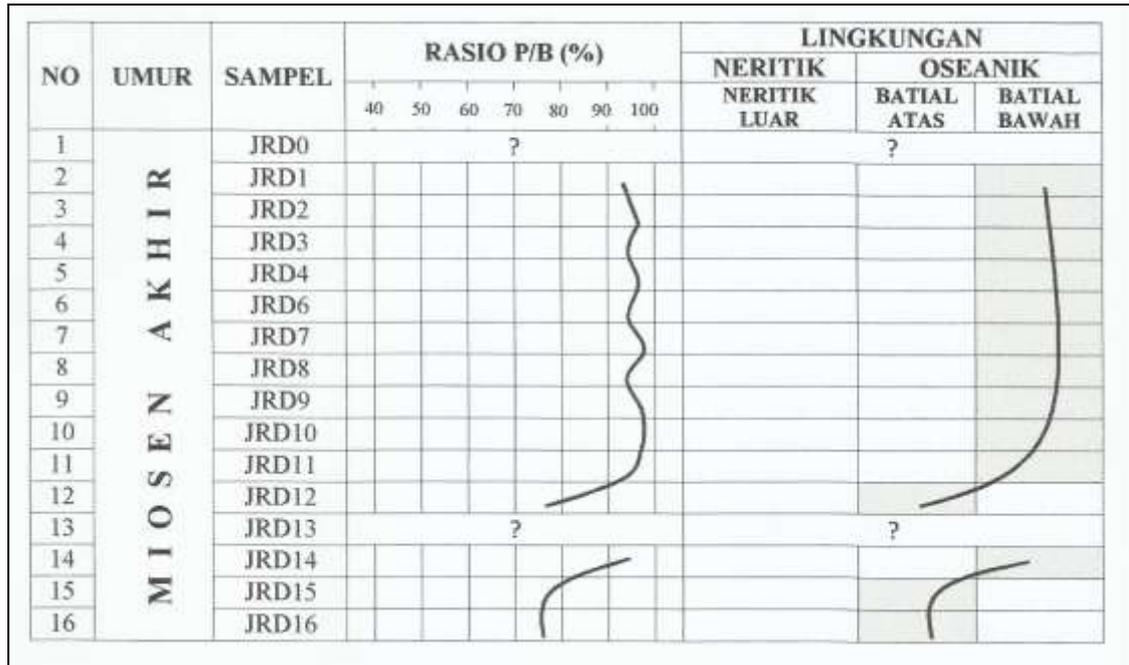
Rasio P/B	Lingkungan
< 20%	Neritik dalam (paparan dalam)
20-60%	Neritik tengah (paparan tengah)
40-70%	Neritik luar (paparan luar)
> 70%	Batial atas
> 90%	Batial bawah

Di dalam penggunaan metode rasio P/B tidak diperlukan nama genus (spesies) dari setiap foraminifera yang ditemukan, akan tetapi diperlukan pengetahuan dari peneliti untuk dapat membedakan (mengidentifikasi) jenis foraminifera plangtonik dan bentonik berdasarkan morfologi cangkangnya dan mengelompokkannya. Jurnaliah dkk (2016) melakukan penentuan lingkungan pengendapan pada Lintasan Kali Jragung Formasi Kalibeng berdasarkan hasil

rasio P/B. Hasil penelitian menunjukkan lingkungan pengendapan daerah penelitian selama Kala Miosen Akhir adalah lingkungan laut dalam (oseanik) dengan perubahan kedalaman dimulai dari zona batial atas kemudian mendalam menjadi zona batial bawah, selanjutnya mendangkal kembali menjadi zona batial atas. Setelah itu, mendalam kembali menjadi zona batial bawah (tabel 2 dan Gambar 1)

Tabel 2. Data Jumlah individu foraminifera kecil dan rasio P/B pada lintasan Sungai Jragung (Jurnaliah, dkk, 2016)

NO	KODE SAMPEL	Jumlah individu Foraminifera plangtonik (P)	Jumlah individu Foraminifera bentonik (B)	JUMLAH TOTAL	RASIO (P/B)	LINGKUNGAN
1	JRD0	0	0	0	0	?
2	JRD1	226	16	242	93.39	Batial bawah
3	JRD2	16720	240	16960	98.58	Batial bawah
4	JRD3	319	32	351	90.88	Batial bawah
5	JRD4	85420	506	85926	99.41	Batial bawah
6	JRD6	128	8	136	94.12	Batial bawah
7	JRD7	6896	331	7227	95.42	Batial bawah
8	JRD8	237	16	253	93.68	Batial bawah
9	JRD9	11024	136	11160	98.78	Batial bawah
10	JRD10	5000	160	5160	96.90	Batial bawah
11	JRD11	58720	5472	64192	91.48	Batial bawah
12	JRD12	1322	370	1692	78.13	Batial atas
13	JRD13	0	0	0	0	?
14	JRD14	308	24	332	92.77	Batial bawah
15	JRD15	2812	731	3543	79.37	Batial atas
16	JRD16	125	35	160	78.13	Batial atas



Gambar 1. Grafik perubahan lingkungan pengendapan berdasarkan rasio P/B pada Lintasan Sungai Jragung (Jurnaliah, dkk, 2016)

**TRIANGULAR PLOT MURRAY**

Metode ini menggunakan persentase jenis cangkang foraminifera kecil. Berdasarkan komposisi dinding cangkang, foraminifera dibagi menjadi 3 (tiga) Subordo, yaitu: Textulariina (bercangkang aglutinin/arenacoeus), Milioliina (bercangkang calcareous porselen) dan Rotaliina (bercangkang calcareous hyalin). Nwdjidji, dkk (2014) menggunakan triangular plot murray untuk menginterpretasi paleoenvironment dan salinitas. Proporsi ketiga jenis cangkang foraminifera telah berhasil membedakan lingkungan *brackish* (hypersalin) dan normal marin. Sedangkan Jurnaliah (2006) berhasil

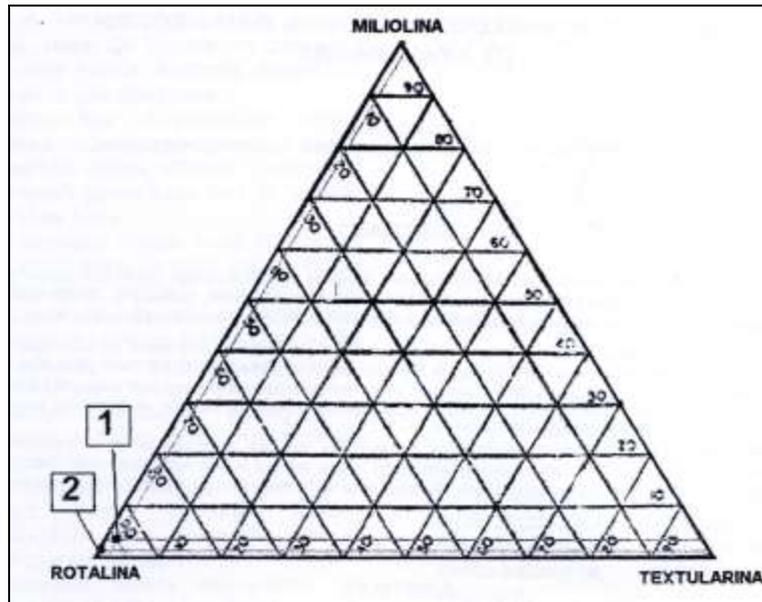
menentukan paleoenvironment dan paleoekologi Formasi Jatiluhur.

Langkah-langkah penggunaan metode triangular plot murray adalah sebagai berikut:

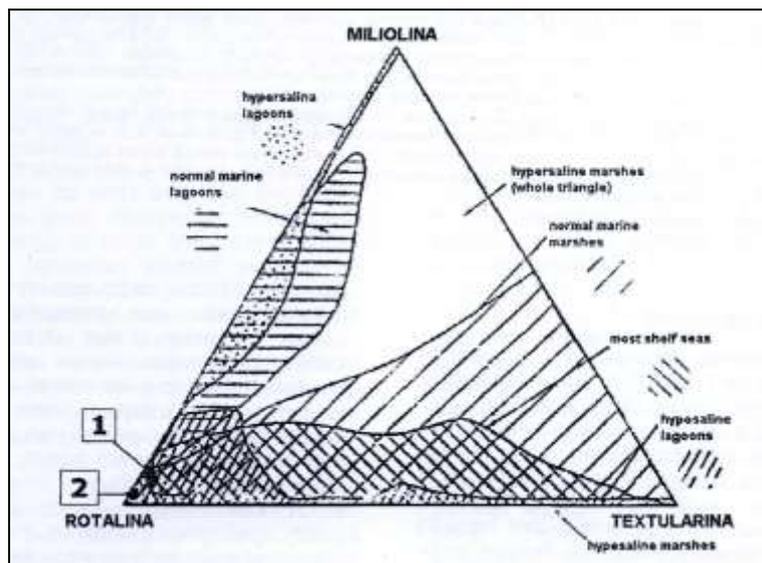
1. Hitung jumlah individu & persentase setiap jenis cangkang foraminifera yang ditemukan (tabel 3);
2. Plot persentase ketiga jenis cangkang tersebut pada diagram triangular (Gambar 2);
3. Hasil plotting pada diagram triangular dari rasio 3 subordo diproyeksikan ke dalam triangular plot standar murray sehingga dapat diketahui lingkungan daerah penelitian. (Gambar 3).

Tabel 3. Persentase 3 (tiga) jenis cangkang foraminifera pada Lintasan Sungai Cikarang dan Lintasan Sungai Cilegok (Jurnaliah, 2006)

NO	LINTASAN	SUBORDO		
		ROTAIINA	TEXTULARIINA	MILIOLIINA
1	CIKARANG	94,58 %	2,71 %	2,71 %
2	CILEGOK	98,28 %	0 %	1,72 %



Gambar 2. Hasil Plotting data persentase subordo foraminifera bentonik kecil pada diagram triangular pada Lintasan Sungai Cikarang (1) dan Sungai Cilegok (2) (Jurnaliah, 2006)



Gambar 3. Hasil Plotting data persentase subordo foraminifera bentonik kecil pada triangular plot murray pada Lintasan Sungai Cikarang (1) dan Sungai Cilegok (2) (Jurnaliah, 2006)

Metode triangular plot murray hampir sama dengan metode rasio P/B yaitu tidak memerlukan nama genus (spesies) dari foraminifera, tetapi dibutuhkan pengetahuan dari peneliti untuk dapat membedakan (mengidentifikasi) jenis foraminifera berdasarkan jenis cangkangnya di bawah mikroskop.

Apabila memperhatikan diagram triangular plot standar murray (Gambar 3) terlihat bahwa metode ini paling baik digunakan untuk menentukan lingkungan laut dangkal. Selain dapat menentukan lingkungan laut

dangkal metode ini juga dapat menentukan karakteristik ekologi dari suatu lingkungan.

#### INDEKS $\alpha$ FISHER

Penggunaan Indeks  $\alpha$  Fisher memerlukan data jumlah individu dan jumlah spesies foraminifera kecil dari setiap sampel sedimen. Minimal jumlah individu foraminifera yang diperlukan adalah 100 dan maksimal jumlah individu adalah 10000, sedangkan maksimal jumlah spesies adalah 55. Berarti metode ini tidak dapat digunakan apabila dalam sampel sedimen yang diteliti jumlah individu dan jumlah

spesies tidak memenuhi ketentuan persyaratan. Data tersebut kemudian diproyeksikan kedalam diagram Standar Indeks  $\alpha$  Fisher (Gambar 4). Dari hasil proyeksi tersebut akan diperoleh nilai  $\alpha$  dan jenis lingkungan dari setiap sampel batuan. Nilai  $\alpha$  lebih dari 5 menunjukkan lingkungan laut dangkal dengan salinitas normal sedangkan nilai  $\alpha$  kurang dari 5 menunjukkan lingkungan laut dangkal dengan salinitas tidak normal.

Metode ini sudah banyak digunakan dalam penentuan palaeoekologi dan paleoenvironment seperti Murray & Wright (1974), Jurnaliah (2006) dan Nwojiji, dkk (2014).

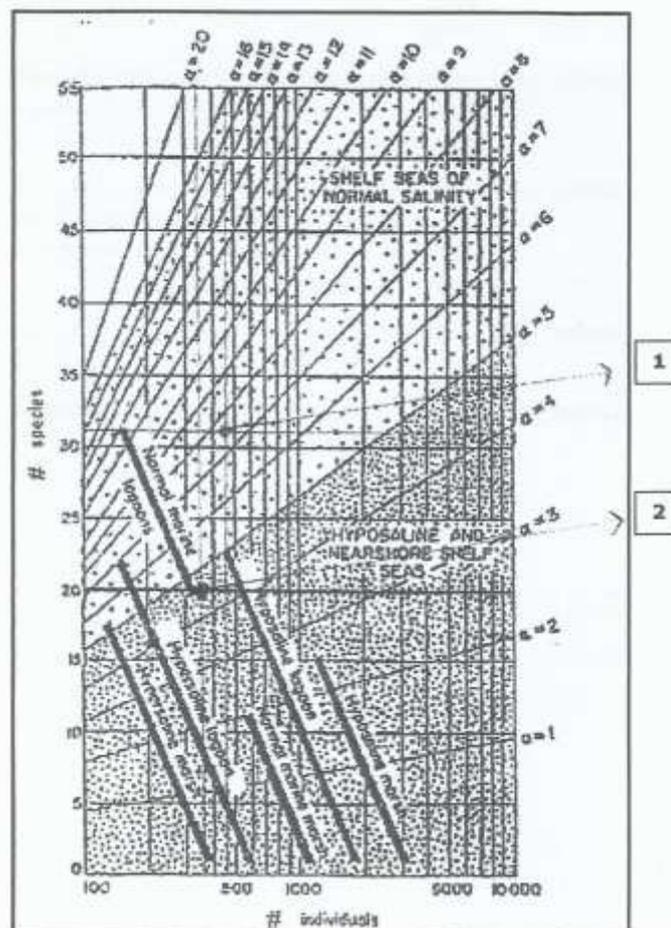
Langkah-langkah penggunaan Indeks  $\alpha$  Fisher adalah sebagai berikut:

1. Jumlah individu dan jumlah spesies foraminifera dihitung dalam setiap sampel sedimen (Tabel 4);
2. Plot jumlah individu dan jumlah spesies dalam diagram diversity indeks  $\alpha$  fisher sehingga diperoleh nilai  $\alpha$  dan lingkungan (Gambar 4).

Berbeda dengan metode rasio P/B dan metode triangular plot, metode indeks  $\alpha$  fisher memerlukan proses identifikasi spesies foraminifera. Selain itu dalam penggunaannya metode ini mempunyai keterbatasan dalam jumlah spesies dan individu.

Berdasarkan diagram indeks  $\alpha$  fisher (Gambar 4) terlihat bahwa metode ini sama dengan metode triangular plot murray sangat baik digunakan dalam penentuan lingkungan laut dangkal dan juga karakteristik ekologi dari lingkungannya.

Penentuan paleoekologi dan paleoenvironment dengan menggunakan metode triangular plot murray dan indeks  $\alpha$  fisher dilakukan oleh Jurnaliah (2006) pada Lintasan Sungai Cikarang dan Sungai Cilegok. Hasil penelitian dengan kedua metode tersebut menunjukkan conto-conto batuan pada lintasan Sungai Cikarang adalah lingkungan laut dangkal dengan salinitas normal, sedangkan conto-conto batuan pada lintasan Sungai Cilegok adalah lingkungan laut dangkal dengan salinitas tidak normal (Gambar 4).



Gambar 4. Hasil plotting jumlah spesies dan individu foraminifera bentonik kecil Lintasan Sungai Cikarang (1) dan Sungai Cilegok (2) pada diagram diversity indeks  $\alpha$  fisher (Jurnaliah, 2006)

Tabel 4. Data jumlah spesies dan individu foraminifera bentonik kecil pada Lintasan Sungai Cikarang (1) dan Sungai Cilegok (2)

NO	LINTASAN	JUMLAH	
		SPESES	INDIVIDU
1	CIKARANG	31	480
2	CILEGOK	20	348

**KESIMPULAN**

Berdasarkan ulasan ketiga metode analisis kuantitatif foraminifera (rasio p/b, triangular plot murray dan indeks a fisher) diperoleh kesimpulan bahwa terdapat kekurangan dan kelebihan dari ketiga jenis metode tersebut. Metode rasio P/B dan triangular plot murray mempunyai kesamaan yaitu tidak diperlukannya proses identifikasi genus (spesies) foraminifera. Sementara itu, Metode triangular plot dan metode indeks a fisher mempunyai kesamaan yaitu sangat baik digunakan dalam penentuan lingkungan laut dangkal beserta karakteristik ekologi dari lingkungannya. Metode rasio P/B dapat digunakan dalam penentuan baik lingkungan laut dangkal maupun laut dalam tetapi tidak dapat untuk menentukan karakteristik ekologi lingkungannya.

**DAFTAR PUSTAKA**

Boltovskoy, E. dan Wright, R., 1976. *Recent Foraminifera*. Dr. W.Junk b.v. publishers the Hague; hal. 513.

De Stigter, H.C., 1996. *Recent and Fossil Benthic Foraminifera in The Adriatic Sea: Distribution Patterns in Relation to Organic Carbon Flux and Oxygen Concentration at The Seabed*. Geologica Ultraiectina, Meedelingen van de Faculteit Aardwetenschappen, Universiteit Utrecht, no.144; hal.15.

Gibson, TG. 1989. *Planktonic-benthonic Foraminiferal Ratios: Modern Patterns and Tertiary Applications*. Marine Micropaleontology, 15:29-52.

Jurnaliah, L. 2006. *Paleoekologi Satuan Batulempung Formasi Jatiluhur, Daerah Cileungsi, Kab. Bogor, Jawa Barat*. Bulletin of Scientific Contribution, vol.4, no.1, Januari. hal.78-87. ISSN 1693-4873.

Jurnaliah, L., Muhamadsyah, F. dan Barkah, N. 2016. *Lingkungan Pengendapan Formasi Kalibeng Pada Kala Miosen Akhir di Kabupaten Demak dan Kabupaten Semarang, Jawa Tengah Berdasarkan*

*Rasio Foraminifera Planktonik dan Bentonik (Rasio P/B)*. Bulletin of Scientific Contribution, vol. 14, no.3, Desember. ISSN: 1683-4873. Hal. 233-238..

Kroon, D., Alexander, I., dan Darling, K. 1993. *Planktonic and Benthic Foraminiferal Abundances and Their Ratios (P/B) as expression of Mid Late Quaternary Changes in Watermass Distribution and Flow Intensity on The Northeastern Australian Margin*. Proceedings of Drilling Program, Scientific Results, vol.133. hal. 181-188.

Leckie, R. M. & Olson, H.C. 2003. *Foraminifera as Proxies For Sea-Level Change on Siliclastic Margins*. SEPM Special Publication No. 75. ISBN 1-56576-084-0, p. 5-19.

Murray, J. W. 2006. *Ecology & Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press. UK; hal. 327-343.

Murray, J.W. dan Wright, CA. 1974. *Paleogene Foraminiferida and Paleocology, Hampshire and Paris Basins and The English Channel*. Special Papers in Palaeontology no.14. The Paleontological Association. London. 171 hal.

Nwdjidji, C.N., Osterloff, P., Ukoro, A,U. dan Ndulue, G. 2014. *Foraminiferal stratigraphy and Paeoecological Interpretation of Sediments Penetrated by Kolmani River-1 Well, Gongola basin, Nigeria*. Journal of Geosciences and Geomatics 2(3). Hal. 85-93. DOI: 10.12691/jgg-2-3-3. 25/09/2017.

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 University Press, Amsterdam; 271 hal.

Rujukan elektronik:  
 Murray, J & Rohling, E.J. 2012. *Foraminifera*. <https://www.noc.socton.ac.uk>  
 National Oceanography Centre Southampton.