

PENGHUNI TEBING BREKSI YANG TIDAK KASAT MATA

Siti Umiyatun Choiriah
Intan Paramita Haty
Achmad Subandrio
Mahap Maha
Bambang Triwibowo
Yody Rizkianto

2019



PENGHUNI TEBING BREKSI YANG TIDAK KASAT MATA

Disusun oleh

**Siti Umiyatun Choiriah
Intan Paramita Haty
Bambang Triwibowo
Achmad Subandrio
Yody Rizkianto
Mahap Maha**

**Buku ini telah memiliki Hak Cipta yang dikeluarkan oleh
Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia dengan nomor
EC00201973004 pada tanggal 27 September 2019**

Kata Pengantar

Tebing breksi merupakan kawasan wisata di Sambirejo, Sleman, Yogyakarta. Lokasi ini pada awalnya merupakan penambangan batu alam yang dikelola masyarakat setempat sebagai material bahan bangunan. Sejak tahun 2014 tempat penambangan ini ditutup oleh pemerintah demi kelestarian lingkungan.

Batuan penyusun Tebing Breksi didominasi batupasir tufan, tuf lapilli dan breksi batupung yang merupakan bagian dari Formasi Semilir. Tebing breksi mempunyai makna kebumian sehingga Kawasan ini disebut sebagai “Warisan Geologi” atau “Geoheritage”.

Banyak pengunjung berdatangan dari dalam maupun luar negeri, dari segala umur dan jenjang Pendidikan, bahkan kawasan ini menjadi tujuan utama ekskursi kebumian sehingga semakin banyak pelajar dan mahasiswa bahkan guru yang belajar di alam terbuka Tebing Breksi.

Buku ini dibuat dengan harapan dapat membantu menambah wawasan geologi sehingga pengunjung tidak hanya melihat indahnya alam tetapi juga mengenal ilmu kebumian. Buku ini berisi geologi dan kandungan fosil mikro yang tidak bisa dilihat dengan mata biasa, sehingga diperlukan mikroskop dengan perbesaran 100x bahkan menggunakan *Scanning electron microscope* (SEM) dengan perbesaran minimal 5000 kali.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu mewujudkan buku hasil penelitian ini, dan semoga bermanfaat.

Yogyakarta, 10 Oktober 2019

Penulis dan TIM

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	3
BAB II GEOLOGI REGIONAL	4
2.1 Fisiografi Regional	4
2.2 Geomorfologi Regional	5
2.3 Struktur Regional	6
2.4 Stratigrafi Regional	7
BAB III GEOLOGI DAERAH TEBING BREKSI	14
BAB IV FORAMINIFERA	26
4.1 Tinjauan Umum	26
4.2 Metode Pengambilan Sampel	27
4.3 Metode Preparasi sampel	28
4.4 Metode Determinasi Foraminifera	30
4.5 Hasil Analisis	32
BAB V NANOFOSIL	37
5.1 Tinjauan Umum	37
5.2 Metode Pengambilan Sampel	41
5.3 Metode Preparasi sampel	43
5.4 Metode Determinasi	44
5.5 Hasil Analisis	45
5.6 Pemerian SIngkat nannofossil (Nannotex3)	77
BAB VI. UMUR DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN	85
DAFTAR PUSTAKA	87

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 4.1	Hasil analisis umur Formasi Semilir berdasarkan foraminifera plankton padaTebing Breksi berumur N3-N5 Oligosen Awal-Miosen Awal	34
Tabel 4.2	Hasil analisis Paleobatimetri Formasi Semilir berdasarkan foraminifera bentos padaTebing Breksi	36
Tabel 5.1	Nanofosil pada sampel TB.1	45
Tabel 5.2	Nanofosil pada sampel TB.2	45
Tabel 5.3a	Nanofosil pada sampel TB.3a	45
Tabel 5.3b	Nanofosil pada sampel TB.3b	46
Tabel 5.4	Nanofosil pada sampel TB.4	46
Tabel 5.5	Nanofosil pada sampel TB.5	46
Tabel 5.6	Nanofosil pada sampel TB.6	47

DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1.1	Lokasi penelitian di Tebing Breksi	2
Gambar 2.1	Pembagian zona fisiografi Pulau Jawa (Van Bemmelen, 1949).	5
Gambar 2.2	Stratigrafi Pegunungan Selatan (Surono, 1992)	8
Gambar 2.3	Stratigrafi Pegunungan Selatan (Surono 2009)	13
Gambar 3.1	Sayatan petrografi sampel 1-TB.1	15
Gambar 3.2	Sayatan petrografi sampel 2-TB.2	16
Gambar 3.3	Sayatan petrografi sampel 3-TB.3	18
Gambar 3.4	Sayatan petrografi sampel 4-TB.3	19
Gambar 3.5	Sayatan petrografi sampel 5-TB.4	20
Gambar 3.6	Sayatan petrografi sampel 6-TB.4	22
Gambar 3.7	Sayatan petrografi sampel 7-TB.6	23
Gambar 3.8	Sayatan petrografi sampel 8-TB.6	25
Gambar 4.1	Sampel batuan tebing breksi yang diperkirakan terdapat fosil mikro	28
Gambar 4.2	Tahapan preparasi fosil foraminifera	29
Gambar 4.3.	Foraminifera Plankton (<i>Globorotalia kugleri</i> , <i>Globorotalia acostaensis</i> , <i>Globorotalia siakensis</i>)	32
Gambar 4.4	Foraminifera plankton (<i>Globigerina venezuelana</i> , <i>Ga. binaiensis</i>)	33
Gambar 4.5	Foraminifera Bentos Tebing Breksi (<i>Gy. neosoldanii</i> , <i>D.subsoluta</i> , <i>Trifarina reussi</i> , <i>Clavulinoides indiscretus</i>)	35
Gambar 4.6	Foraminifera Bentos (<i>Eponides umbonatus</i>) pada Tebing Breksi	36
Gambar 5.1	Lokasi pengambilan sampel batuan untuk Analisa fosil (TB.1-TB.4	42
Gambar 5.2	Lokasi pengambilan sampel untuk Analisa fosil /nannofossil (TB.5-TB.6)	42

Gambar 5.3a-f	Nannofossil pada sampel TB.1	48
Gambar 4.4	Nannofossil berdasarkan pengamatan menggunakan mikroskop polarisasi dengan perbesaran (400x) pada TB.3	54
Gambar 5.5a-f	Nannofossil pada sampel TB.5	55
Gambar 5.6	Nannofossil menggunakan mikroskop polarisasi, perbesaran (400x) pada TB.5	61
Gambar 5.7	Nannofossil menggunakan mikroskop polarisasi, perbesaran (400x) pada TB.6	61
Gambar 5.8	Nannofossil menggunakan mikroskop polarisasi, perbesaran (400x) TB.6	65
Gambar 5.9	Holder untuk tempat sampel	
Gambar 5.10	Proses determinasi menggunakan SEM dan perangkat komputer komplet	66
Gambar 5.11	Nanofosil hasil analisis SEM (TB.6)	69
Gambar 5.12	nanofosil <i>Hayaster perplexus</i> dan <i>Helicosphaera</i> berdasar SEM (TB.6)	70
Gambar 5.13	Nanofosil <i>Discoaster deflandrei</i> (TB 6)	71
Gambar 5.15	Nanofosil <i>Discoaster druggi</i> dan <i>Discoaster(?)</i> (Sampel TB 2)	72
Gambar 5.16	Nanofosil <i>Calcidiscus macintyreii</i> (TB 2)	73
Gambar 5.17	Nanofosil <i>Calcidiscus macintyreii</i> (TB 6)	74
Gambar 5.18	Nanofosil <i>Hayaster perplexus</i> dan <i>Helicosphaera (?)</i> (Sampel TB 6)	74
Gambar 5.19	Nanofosil a) <i>Cyclicargolithus floridanus</i> dan b) <i>Reticulofenestra pseudoumbilicus</i> (Sampel TB 6)	75
Gambar 5.20	Nanofosil <i>Calcidiscus leptoporus</i> , <i>Cyclicargolithus floridanus</i> , <i>Reticulofenestra pseudoumbilicus</i> dan <i>Discoaster deflandrei</i> (Sampel TB 6)	76

1.1 Latar Belakang

Tebing Breksi secara administratif terletak kawasan wisata di Sambirejo, Sleman, Yogyakarta (Gambar 1.1). Lokasi ini merupakan tumpukan debu vulkanik hasil letusan dahsyat dari Gunung Api Semilir, sekitar 15 juta tahun yang lalu, dan tebalnya mencapai 300 meter. Tebing Breksi menjadi salah satu tujuan wisata yang menarik Yogyakarta. Batu di tebing breksi ini pada awalnya dimanfaatkan sebagai bahan bangunan untuk fondasi rumah, mendirikan dinding, membangun sumur, dan lain-lain.

Pada tahun 2014 terjadi penghentian kegiatan penambangan. Perubahan yang diawali dengan publikasi penemuan oleh tim konservasi yang terdiri dari Pemerintah Daerah DIY dan peneliti dari UPN “Veteran” Yogyakarta. Publikasi tersebut menyatakan bahwa Tebing Breksi merupakan endapan abu vulkanik letusan gunung api purba. Tebing Breksi ini lalu dimasukkan kedalam situs warisan geologi yang artinya memiliki nilai-nilai penting di bidang keilmuan, pendidikan, budaya, dan nilai estetika. Pada akhirnya di bulan Mei 2015 Tebing Breksi diresmikan sebagai objek wisata.

Tebing Breksi mempunyai makna kebumian yang sangat berarti sehingga Kawasan ini bisa disebut sebagai “Warisan Geologi” atau “Geoheritage”. Kawasan ini sekarang menjadi tujuan utama wisata yang sepertinya wajib dikunjungi baik wisatawan dalam maupun luar negeri, dari segala umur dan jenjang Pendidikan, bahkan kawasan ini menjadi tujuan utama ekscursi kebumian sehingga semakin banyak pelajar dan mahasiswa bahkan guru yang belajar di alam terbuka seperti Tebing Breksi.

Pembahasan Tebing Breksi sudah banyak dilakukan khususnya tentang keindahan alam wisata, sejarah Tebing Breksi dan lain-lain yang sama sekali tidak menyangkut makna kebumiannya. Hal inilah yang menjadi latar belakang perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut yang hasilnya diwujudkan dalam buku tentang Tebing Breksi ditinjau dari ilmu kebumihian khususnya Geologi Tebing Breksi.



Gambar 1.1 Lokasi penelitian di Tebing Breksi

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian tentang “Penghuni Tebing Breksi Yang Tidak Kasat Mata” ini belum pernah ditulis oleh siapapun sebelumnya. Penelitian geologi banyak dilakukan tetapi secara umum tentang Formasi Semilir sebagai bagian dari stratigrafi regional Pegunungan Selatan, sehingga lokasi penelitian tidak difokuskan di Tebing Breksi. Hasil peneliti terdahulu tentang umur Formasi Semilir di lokasi yang berbeda menunjukkan umur yang berbeda-beda pula. Umur Formasi Semilir menurut beberapa peneliti dari Oligosen hingga Miosen. Hal inilah sehingga perlu rumusan masalah: *Berapa umur Formasi Semilir khususnya di Kawasan Tebing Breksi? dan apa buktinya?*

Fosil (foraminifera dan nannoplankton) banyak dijumpai dalam batuan sedimen marin. Nanofosil banyak

dijumpai dalam batuan sedimen klastik halus meskipun tidak bersifat karbonatan. Hal inilah sehingga perlu rumusan masalah: Hal inilah sehingga perlu rumusan masalah: *Apakah fosil nannoplankton bisa dijumpai dalam Formasi Semilir? Apakah keberadaan fosil bisa menjelaskan umur Formasi Semilir?*

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian untuk melakukan pengukuran stratigrafi terukur Kawasan Wisata Tebing Breksi. Penelitian ini diharapkan dapat:

- a) Mengetahui variasi litologi penyusun Tebing Breksi
- b) Mengetahui ada tidaknya bukti kehidupan yang tersimpan dalam litologi Tebing Breksi sebagai produk letusan gunung api asam.
- c) Mengetahui keberadaan penghuni tebing breksi yang tidak kasat mata "Fosil mikro" yang tidak bisa dilihat dengan mata biasa.
- d) Mengetahui variasi fosil mikro yang ada di tebing Breksi.
- e) Mengetahui umur litologi penyusun Tebing Breksi yang secara regional merupakan Formasi Semilir.

2.1 Fisiografi Regional

Secara umum, fisiografi Jawa Tengah bagian selatan-timur yang meliputi kawasan Gunungapi Merapi, Yogyakarta, Surakarta dan Pegunungan Selatan dapat dibagi menjadi dua zona, yaitu Zona Solo dan Zona Pegunungan Selatan (Bemmelen, 1949) (Gambar 2.1). Zona Pegunungan Selatan dibatasi oleh Dataran Yogyakarta-Surakarta di sebelah barat dan utara, sedangkan di sebelah timur oleh Waduk Gajahmungkur, Wonogiri dan di sebelah selatan oleh Lautan India. Di sebelah barat, antara Pegunungan Selatan dan Dataran Yogyakarta dibatasi oleh aliran K. Opak, sedangkan di bagian utara berupa gawir Baturagung. Bentuk Pegunungan Selatan ini hampir membujur barat-timur sepanjang lk. 50 km dan ke arah utara-selatan mempunyai lebar lk. 40 km (Bronto dan Hartono, 2001).

Zona Pegunungan Selatan dapat dibagi menjadi tiga subzona, yaitu Subzona Baturagung, Subzona Wonosari dan Subzona Gunung Sewu (Harsolumekso dkk., 1997 dalam Bronto dan Hartono, 2001). Subzona Baturagung terutama terletak di bagian utara, namun membentang dari barat (tinggian G. Sudimoro, ± 507 m, antara Imogiri-Patuk), utara (G. Baturagung, ± 828 m), hingga ke sebelah timur (G. Gajahmungkur, ± 737 m). Di bagian timur ini, Subzona Baturagung membentuk tinggian agak terpisah, yaitu G. Panggung (± 706 m) dan G. Gajahmungkur (± 737 m). Subzona Baturagung ini membentuk relief paling kasar dengan sudut lereng antara $10^{\circ} - 30^{\circ}$ dan beda tinggi 200-700meter serta hampir seluruhnya tersusun oleh batuan asal gunungapi. Subzona Wonosari merupakan dataran tinggi (± 190 m) yang terletak di bagian tengah Zona Pegunungan Selatan, yaitu di daerah Wonosari dan sekitarnya. Dataran ini dibatasi oleh

Subzona Baturagung di sebelah barat dan utara, sedangkan di sebelah selatan dan timur berbatasan dengan Subzona Gunung Sewu. Aliran sungai utama di daerah ini adalah K. Oyo yang mengalir ke barat dan menyatu dengan K. Opak. Sebagai endapan permukaan di daerah ini adalah lempung hitam dan endapan danau purba, sedangkan batuan dasarnya adalah batugamping

(<https://wingmanarrows.wordpress.com/2009/10/07/sejarah-geologi-zona-pegunungan-selatan-jawa-timur/>)



Gambar 2.1. Pembagian zona fisiografi Pulau Jawa (Van Bemmelen, 1949).

2.2 Geomorfologi Regional

Mengacu pada zonasi fisiografi Pulau Jawa oleh Van Bemmelen (1949), maka daerah penelitian termasuk zona fisiografi Pegunungan Selatan Bagian Baratdaya. Zona Pegunungan Selatan merupakan pegunungan struktural yang memanjang dari barat ke timur (W-E) searah dengan geometri Pulau Jawa, dan terbagi menjadi Pegunungan Selatan Jawa Timur dan Pegunungan Selatan Jawa Barat.

Satuan geomorfologi Pegunungan Selatan dibagi menjadi empat, yaitu:

2.2.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan Karst

Satuan ini terletak pada daerah paling selatan, terdiri dari bentukan positif dan negatif yang memanjang dari Parangtritis sampai Pacitan.

2.2.2 Satuan Geomorfologi Perbukitan Lipatan

Satuan ini terletak di daerah Ngawen dan sekitarnya. Bentukan yang ada berupa perbukitan yang dibangun oleh struktur homoklin, antiklin, sinklin, dan gawir terjal yang memanjang dari barat ke timur.

2.2.3 Satuan Geomorfologi Dataran Tinggi

Satuan Geomorfologi Satuan ini menempati bagian tengah daerah Pegunungan Selatan, yaitu daerah Gading, Wonosari, Playen, dan menerus hingga Semanu. Morfologi yang ada dibangun oleh batugamping berlapis, batupasir gampingan yang kedudukan perlapisannya relatif horizontal.

2.2.4 Satuan Geomorfologi Dataran Berteras

Satuan geomorfologi ini dibangun oleh batuan berumur Kuartar berupa lempung hitam, konglomerat, pasir, dan perulangan tuf dengan pasir kasar hingga halus. Satuan ini berada disebagian Ngawen, Semin, hingga Wonogiri bagian selatan.

2.3 Struktur Regional

Menurut Van Bemmelen (1949) daerah Pegunungan Selatan telah mengalami empat kali pengangkatan. Pola struktur geologi yang ada pada Pegunungan Selatan yaitu:

- ✓ Arah NE-SW, umumnya merupakan sesar geser sinistral yang terjadi akibat penunjaman lempeng Indo-Australia selama Eosen hingga Miosen Tengah. Arah ini ditunjukkan oleh kelurusan sepanjang Sungai Opak dan Sungai Bengawan Solo.

- ✓ Arah N-S, sebagian besar juga merupakan sesar geser sinistral, kecuali pada batas barat Pegunungan Selatan yang merupakan sesar turun.
- ✓ Arah NW-SE, umumnya merupakan sesar geser dekstral. Set kedua dan ketiga arah ini tampak sebagai pasangan rekahan yang terbentuk akibat gaya kompresi berarah NNW-SSE yang berkembang pada Pliosen Akhir.
- ✓ Arah E-W, sebagian besar merupakan sesar turun yang terjadi akibat gaya regangan berarah N-S dan berkembang pada Pleistosen Awal.

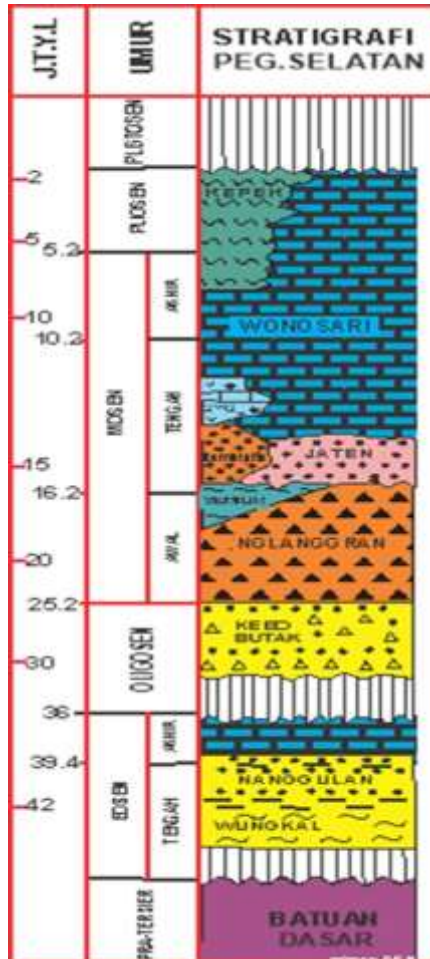
2.4 Stratigrafi Regional

Pegunungan Selatan secara umum tersusun oleh batuan sedimen volkaniklastik dan batuan karbonat. Batuan volkaniklastiknya sebagian besar terbentuk oleh pengendapan gayaberat (*gravity depositional processes*) yang menghasilkan endapan kurang lebih setebal 4000 meter. Hampir seluruh batuan sedimen tersebut mempunyai kemiringan ke selatan. Urutan stratigrafi Pegunungan Selatan bagian barat dari tua ke muda (Surono, 1992) dan (Surono, dkk, 2009) pada (Gambar 2.2 dan 2.3) adalah:

1. Kompleks Batuan Metamorf (Formasi Wungkal Gamping)

Kompleks batuan metamorf merupakan yang tertua di Perbukitan Jiwo yang diduga berumur Pra Tersier, yaitu berupa filit, sekis, dan marmer. Filit dan sekis menunjukkan foliasi dengan arah barat daya – timur laut. Kompleks batuan ini merupakan basement dari cekungan sedimen Paleogen. Kedudukan antara keduanya sangat sulit ditentukan karena banyak yang sudah apuk dan terpotong sesar yang kompleks. Terdapat pula kuarsit dengan kedudukan memotong sejajar atau mengisi celah diantara bidang foliasi. Di lereng barat daya Gunung Jabalkat terdapat serpentin di antara filit dan sekis

yang menunjukkan mineralisasi garnet. kompleks batuan inipun banyak yang dilewati tubuh batuan beku (intrusi) yang berumur 36 juta tahun lalu, yaitu Oligosen.



Gambar 2.2. Stratigrafi Pegunungan Selatan (Surono, 1992)

2. Formasi Kebo-Butak

Formasi ini secara umum terdiri dari konglomerat, batupasir dan batulempung yang menunjukkan kenampakan pengendapan arus turbid. Di bagian bawah oleh Bothe disebut sebagai Kebo beds tersusun atas perselangan antara batupasir, batulanau dan batulempung, struktur turbidit, perselangan batupasir konglomeratan, mengandung klastika lempung. Bagian bawah diterobos oleh sill batuan beku.

Bagian atas dari Formasi ini, yang disebut sebagai Anggota Butak, tersusun oleh perulangan batupasir konglomeratan yang bergradasi menjadi lempung atau lanau, ketebalan total dari Formasi ini kurang lebih 800 m. Urutan batuan yang membentuk Formasi Kebo-Butak ini ditafsirkan terbentuk pada Lingkungan lower submarine fan dengan beberapa interupsi pengendapan tipe mid fan (Rahardjo, 1983), yang terbentuk pada akhir Oligosen (N2-N3) (Sumarso & Ismoyowati, 1975; van Gorsel et al., 1987).

3. Formasi Semilir

Secara umum Formasi ini tersusun oleh batupasir dan batulanau yang bersifat tufan, ringan, kadang-kadang dijumpai selaan breksi vulkanik. Fragmen yang membentuk breksi maupun batupasir pada umumnya berupa fragmen batupasir yang bersifat asam. Di lapangan pada umumnya menunjukkan perlapisan yang baik, struktur-struktur yang mencirikan turbidit banyak dijumpai. Langkanya kandungan fosil pada formasi ini menunjukkan bahwa pengendapannya berlangsung secara cepat atau pengendapan tersebut terjadi pada lingkungan yang sangat dalam, berada di bawah ambang kompensasi karbonat (CCD), sehingga fosil gampingan sudah mengalami korosi sebelum dapat mencapai dasar pengendapan. Umur dari Formasi ini diduga adalah awal dari Miosen (N4) berdasar atas terdapatnya Globigerinoides primordius pada bagian yang bersifat lempungan dari formasi

ini di dekat Piyungan (van Gorsel, 1987). Formasi Semilir ini menumpang secara selaras di atas Anggota Butak dari Formasi Kebo-Butak. Tersingkap secara baik di wilayah tipenya yaitu di tebing gawir baturagung di bawah puncak Semilir.

4. Formasi Nglanggran

Berbeda dengan formasi yang sebelumnya, formasi Nglanggran ini terciptakan oleh penyusun utama berupa breksi dengan penyusun material vulkanik, tidak menunjukkan pelapisan yang baik dengan ketebalan yang cukup besar. Bagian yang terkasar dari breksinya hampir seluruhnya tersusun oleh bongkah-bongkah lava andesit dan juga bom andesit. Diantara masa breksi tersebut ditemukan sisipan lava yang sebagian besar telah mengalami breksiasi.

Formasi ini ditafsirkan sebagai hasil pengendapan aliran rombakan yang berasal dari gunung api bawah laut, dalam lingkungan laut dan proses pengendapan berjalan cepat, yaitu hanya selama awal Miosen (N4).

Singkatan utama dari Formasi ini ada di gunung Nglanggran pada perbukitan Baturagung. Kontaknya dengan Formasi Semilir di bawahnya berupa kontak tajam. Hal ini berakibat bahwa formasi Nglanggran sering dianggap tidak selaras di atas Semilir, namun harus diperhatikan bahwa kontak tajam tersebut dapat terjadi akibat berubahnya mekanisme pengendapan akibat gayaberat. Van Gorsel (1987) menganggap bahwa pengendapan Nglanggran ini dapat diibaratkan sebagai proses runtuhnya gunungapi semacam Krakatau yang berada di lingkungan laut.

Ke arah atas yaitu ke arah Formasi Sambipitu, Formasi Nglanggran berubah secara bergradasi, seperti yang terlihat di singkapan di Sungai Putat. Lokasi yang diamati untuk EGR tahun 2002 berada pada sisi lain sungai Putat, dimana kontak kedua formasi ini ditunjukkan oleh kontak struktural.

5. Formasi Sambipitu

Di atas Formasi Nglanggran terdapat formasi batuan yang menunjukkan ciri-ciri terbidit, yaitu Formasi Sambipitu. Formasi ini tersusun terutama oleh batupasir yang bergradasi menjadi batulanau atau batulempung. Di bagian bawah, batupasirnyamasih menunjukkan sifat vulkanik sedang ke atas sifat vulkanik ini berubah menjadi batupair yang bersifat gampingan. Pada batupasir gampingan ini sering dijumpai fragmen dari koral dan forminifera besar yang berasal dari lingkungan terumbu laut dangkal, yang terseret masuk ke dalam lingkungan yang lebih dalam akibat pengaruh arus turbid. Ke arah atas, Formasi Sambipitu berubah secara gradasional menjadi Formasi Wonosari (Anggota Oyo) seperti yang terlihat pada singkapan pada sungai Widoro di dekat Bunder. Formasi Sambipitu terbentuk selama jaman Miosen, yaitu antara N4-N8 (Kadar, 1986) atau NN2-NN5 (Kadar, 1990).

6. Formasi Oyo-Wonosari

Selaras di atas formasi Sambipitu terdapat Formasi Oyo-Wonosari. Formasi ini terdiri terutama dari batugamping dan napal. Penyebarannya meluas hampir setengah bagian selatan dari Pegunungan Selatan memanjang ke arah timur, membelok ke arah utara di sebelah timur perbukitan Panggung hingga mencapai bagian barat dari daerah depresi Wonogiri-Baturetno. Bagian terbawah dari Formasi Oyo-Wonosari terutama terdiri dari batugamping berlapis yang menunjukkan gejala turbidit karbonat yang diendapkan pada kondisi laut yang lebih dalam, seperti yang terlihat pada singkapan pada daerah dekat muara sungai batugamping berlapis, menunjukkan gradasi butir dan pada bagian yang halus banyak dijumpai fosil jejak tipe burrow yang terdapat pada bidang permukaan perlapisan ataupun memotong sejajar dengan perlapisan. Batugamping kelompok ini disebut sebagai Anggota Oyo dari Formasi Wonosari (Bothe, 1929) atau Formasi Oyo (Rahardjo dkk, 1977 dalam Toha dkk,1994).

Ke arah lebih muda, Anggota Oyo ini bergradasi menjadio dua Fasies yang berbeda. Di daerah Wonosari, batugamping ini makin ke arah selatan semakin berubah menjadi batugamping terumbu yang berupa rudstone, framestone, dan floatstone, bersifat lebih keras dan dinamakan sebagai Anggota Wonosari dari Formasi Oyo-Wonosari (Bothe, 1929) atau Formasi Wonosari (Rahardjo dkk, 1977 dalam Toha dkk, 1994). Sedangkan di baratdaya kota Wonosari, batugamping terumbu ini berubah fasies menjadi batugamping berlapis yang bergradasi menjadi napal, dan disebut sebagai Anggota Kepek dari Formasi Wonosari. Anggota Kepek ini juga tersingkap di bagian timur, yaitu di daerah depresi Wonogiri-Baturetno, di bawah endapan Kuartar seperti yang terdapat di daerah Erokomo. Secara keseluruhan, Formasi Wonosari ini terbentuk selama Miosen Akhir (N9-N18).

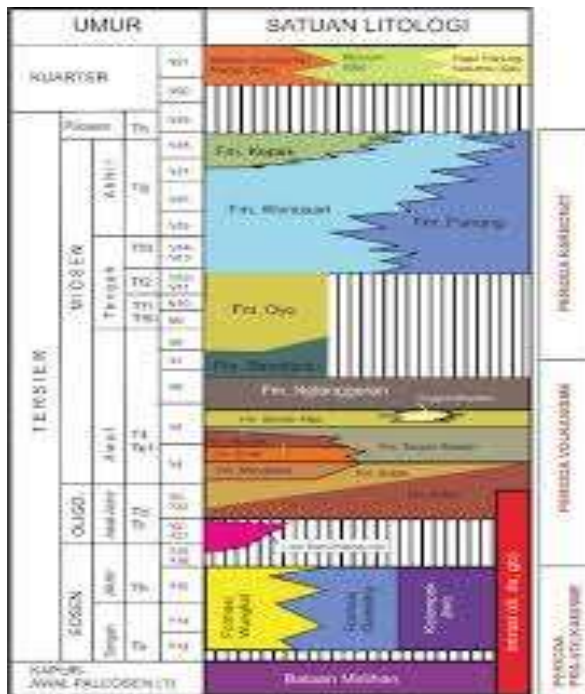
7. Endapan Kuartar

Di atas seri batuan sedimen Tersier seperti tersebut di depan terdapat suatu kelompok sedimen yang sudah agak mengeras sehingga masih lepas. Karena kelompok sedimen ini berada di atas bidang erosi, serta proses pembentukannya masih berlanjut hingga saat ini, maka secara keseluruhan sedimen ini disebut sebagai Endapan Kuartar. Penyebarannya meluas mulai dari daerah timurlaut Wonosari hingga daerah depresi Wonogiri-Baturetno. Singkapan yang baik dari endapan kuartar ini terdapat di daerah Erokomo sekitar waduk Gajah Mungkur, namun pada EGR ini tidak dilewati.

Secara stratigrafis endapan kuartar di daerah Eropkromo, Wonogiri terletak tidak selaras di atas sedimen Tersier yang berupa batugamping berlapis dari Formasi Wonosari atau breksi polimik dari formasi Nglanggran. Ketebalan tersingkap dari endapan Kuartar tersebut berkisar

dari 10 meter hingga 14 meter. Umur endapan Kuartar tersebut diperkirakan Plistosen Bawah.

Stratigrafi endapan kuartar di daerah Erokomo, Wonogiri secara vertikal tersusun dari perulangan antara tuf halus putih kekuningan dengan perulangan gradasi batupasir kasar ke batupasir sedang dengan lensa-lensa konglomerat. Batupasir tersebut berstruktur silangsiur tipe palung, sedangkan lapisan tuf terdapat di bagian bawah tengah dan atas. Pada saat lapisan tuf terbentuk, terjadi juga aktivitas sungai yang menghasilkan konglomerat.



Gambar 2.3. Stratigrafi Pegunungan Selatan (Surono 2009)

Tebing Breksi berada di daerah dengan relief berbukit-bukit tersayat tajam, dan prosentase kelerengan sebesar 25% hingga 55 %, beda tinggi 200 m hingga 500 m. Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Surakarta Giritontro (Surono, dkk 1992). Tebing Breksi termasuk dalam Formasi Semilir (Tms) yang tersusun oleh serpih, tuf, batupasir tufan, breksi batuapung dasitan, dan tuf.

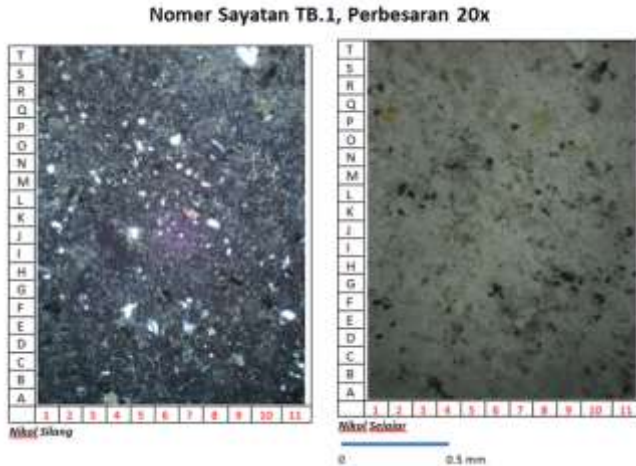
3.1. Litologi

Berdasarkan pengamatan di lapangan, Tebing Breksi mempunyai litologi utama yaitu batupasir tufan, batulanau tufan, tuf, batulempung tufan, dan mengandung sedikit karbonatan. Batupasir Tufan ini memiliki warna segar coklat cerah, warna lapuk coklat kehitaman, ukuran butir pasir sangat halus (0,0625-0,125 mm). bentuk butir *rounded-well rounded*, kemas tertutup, sortasi baik. Sedangkan tuf dengan ukuran butir kasar memiliki warna cerah abu-abu, warna lapuk abu-abu kecoklatan, ukuran butir pasir sedang (0,25-0,5mm) hingga pasir kasar (0,5-1mm), bentuk butir *subrounded* hingga *rounded*, kemas tertutup, dan sortasi baik. Batulempung dengan warna segar coklat muda, warna lapuk coklat tua, dengan komposisi didominasi mineral berukuran lempung (<0,01mm).

Berdasarkan hasil analisa petrografi terhadap 8 (delapan) sampel batuan yang diambil, litologi yang ditemukan di Tebing Breksi berupa lithic tuff, vitric tuff, crystall tuff, dan marl.

1. PEMERIAN PETROGRAFIS sampel 1

Sayatan tipis batuan piroklastik, kondisi batuan lapuk. Warna abu-abu kecoklatan. Nampak butiran mengambang dalam masa dasar glas vulkanik. Komposisi butiran terdiri dari mineral feldspar, kuarsa, lithic dan mineral opak, bentuk menyudut tanggung. Butiran berukuran 0,05mm – 0,25 mm (Gambar 3.1).



Gambar 3.1. Sayatan petrografi sampel 1-TB.1

KOMPOSISI MINERAL:

- Feldspar (15%), putih, relief rendah, berukuran 0,2–0,2mm, bentuk menyudut tanggung, berupa mineral plagioklas. (E,6)
- Kwarsa (5%), tidak berwarna-kuning orde I, relief relief rendah, berukuran 0,03–0,05mm, sudut pepadaman bergelombang. (O,6)
- Lithic (2%), berwarna warna tdk berwarna - abu abu kecoklatan, didominasi oleh pecahan batuan piroklastik (pumice) dan sedikit pecahan beku (*Andesitic dan basaltic*) dengan ukuran butir 0,15mm-0,25mm, bentuk menyudut - tanggung.

Min opak (3%), hitam, kedap cahaya, relief sangat tinggi, ukuran 0,05–0,15mm, menyudut tanggung, hadir merata dalam sayatan. (G,6)

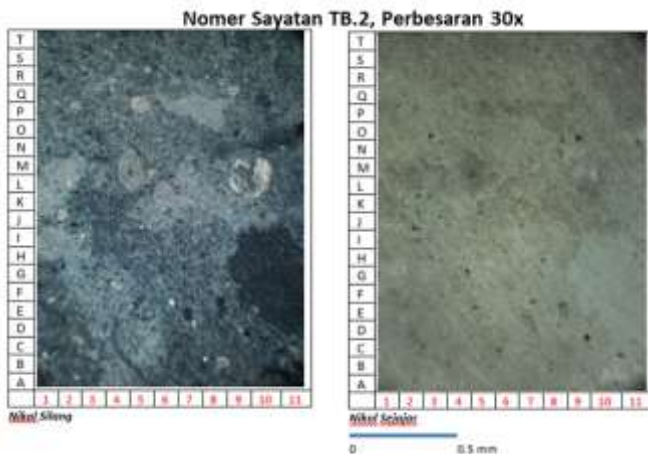
Glas (75%), tidak berwarna, pengamatan dengan menggunakan nikol silang menjadi gelap, sebagian gelas telah mengalami ubahan menjadi mineral lempung.

Penamaan Petrografis :

Vitric Tuff (*Klasifikasi Williams, 1982*)

2. PEMERIAN PETROGRAFIS sampel 2

Sayatan tipis batuan sedimen, kondisi batuan lapuk, coklat muda, tekstur klastik, didominasi mineral berukuran lempung (<0,01mm), komposisi butiran berupa fosil, kuarsa, feldspar dan mineral opak, ukuran butir 0,05-0,25mm, menyudut tanggung-membulat tanggung, butiran mengambang dalam matrik lempung dan lumpur karbonat serta gelas vulkanik (Gambar 3.2)



Gambar 3.2. Sayatan petrografi sampel 2-TB.2

KOMPOSISI MINERAL:

Fosil (15%), berupa foraminifera plankton dan bentos, ukuran 0,05-0,25mm, kondisi

Feldspar	cangkang sebagian besar dalam keadaan utuh, hadir merata dalam sayatan. (K-M,9-10) (2%), putih, relief rendah, berukuran 0,05–0,15mm, bentuk menyudut tanggung, berupa plagioklas (D,7-8)
Kwarsa	(2%), tidak berwarna-kuning orde I, relief relief rendah, berukuran 0,05–0,15mm, sudut pemadaman bergelombang. (C-D,9-10)
Mineral opak	(1%), hitam, isotrop, relief tinggi, ukuran 0,05-0,15 mm, bentuk membulat-membulat tanggung. (C,10)
Min Lempung	(35%), kecoklatan-hijau, relief bervariasi, berukuran sangat halus, warna interferensi abu-abu gelap orde I, hadir merata dalam sayatan.
Lumpur Karbonat	(35%), coklat kekuningan, bias rangkap kuat (ekstrim)
Glas	(10%), tidak berwarna, pengamatan dengan menggunakan nikol silang menjadi gelap, sebagian gelas telah mengalami ubahan menjadi mineral lempung.

Penamaan Petrografis:

Marl (Klasifikasi Gilbert, 1954).

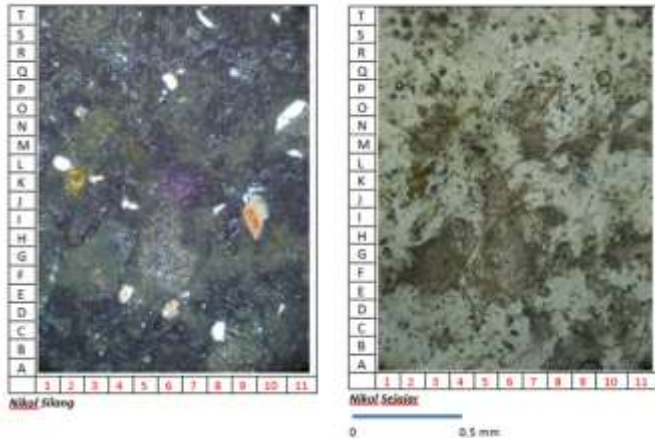
3. PEMERIAN PETROGRAFIS sampel 3

Sayatan tipis batuan piroklastik, kondisi batuan sangat lapuk. Warna abu-abu kecoklatan. Nampak butiran mengambang dalam masa dasar gelas vulkanik. Komposisi butiran terdiri dari mineral feldspar, kuarsa, lithic dan mineral opak, bentuk menyudut tanggung. Butiran berukuran 0,05mm – 0,5 mm. (Gambar 3.3)

KOMPOSISI MINERAL:

Lithic (20%), berwarna warna tdk berwarna - abu abu kecoklatan, didominasi oleh pecahan batuan piroklastik (pumice) dan sedikit pecahan beku (*Andesitic dan basaltic*) dengan ukuran butir 0,15mm - 0,5mm, bentuk menyudut - tanggung.

Nomer Sayatan TB.3, Perbesaran 20x



Gambar 3.3. Sayatan petrografi sampel 3-TB.3

- Feldspar (10%), putih, relief rendah, berukuran 0,2–0,2mm, bentuk menyudut tanggung, berupa mineral plagioklas. (M-O,11)
- Kwarsa (3%), tidak berwarna-kuning orde I, relief relief rendah, berukuran 0,03–0,05mm, sudut pepadaman bergelombang. (B-C,8)
- Min opak (2%), hitam, kedap cahaya, relief sangat tinggi, berukuran 0,05–0,15mm, bentuk menyudut tanggung, hadir merata dalam sayatan. (B-C,6-7)
- Glas (65%), tidak berwarna, pengamatan dengan menggunakan nikol silang menjadi gelap, sebagian gelas telah mengalami ubahan menjadi mineral lempung.

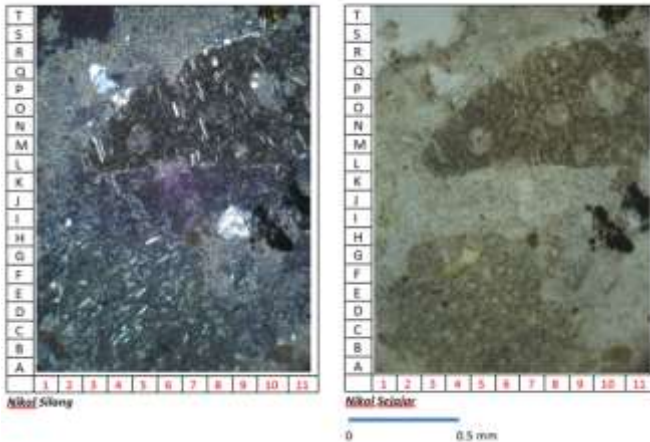
Penamaan Petrografis :

Vitric Tuff (*Klasifikasi Williams, 1982*)

4. PEMERIAN PETROGRAFIS sampel 4

Sayatan tipis batuan piroklastik, kondisi batuan lapuk. Warna abu-abu kecoklatan. Nampak butiran mengambang dalam masa dasar glas vulkanik. Komposisi butiran terdiri dari lithic, mineral feldspar, kuarsa dan mineral opak, bentuk menyudut tanggung (Gambar 3.4) Butiran berukuran 0,05mm – 2,5 mm (*fine - coarse ash grain, after schmid, 1981*)

Nomer Sayatan TB.4, Perbesaran 20x



Gambar 3.4. Sayatan petrografi sampel 3-TB.3

KOMPOSISI MINERAL:

Lithic (60%), berwarna warna tdk berwarna - abu abu kecoklatan, didominasi oleh pecahan batuan piroklastik (pumice) dan sedikit pecahan beku (*Andesitic dan basaltic*) dengan ukuran butir 0,5mm - 2,5mm, bentuk menyudut tanggung.

Feldspar (10%), putih, relief rendah, berukuran 0,2–0,2mm, bentuk menyudut tanggung, berupa mineral plagioklas. (M-O,11)

- Kwarsa (3%), tidak berwarna-kuning orde I, relief relief rendah, berukuran 0,03–0,05mm, sudut pepadaman bergelombang. (B-C,8)
- Min opak (2%), hitam, kedap cahaya, relief sangat tinggi, berukuran 0,05–0,15mm, bentuk menyudut tanggung, hadir merata dalam sayatan. (B-C,6-7)
- Glas (25%), tidak berwarna, pengamatan dengan menggunakan nikol silang menjadi gelap, sebagian gelas telah mengalami ubahan menjadi mineral lempung.

Penamaan Petrografis :

Lithic Tuff (*Klasifikasi Williams, 1982*)

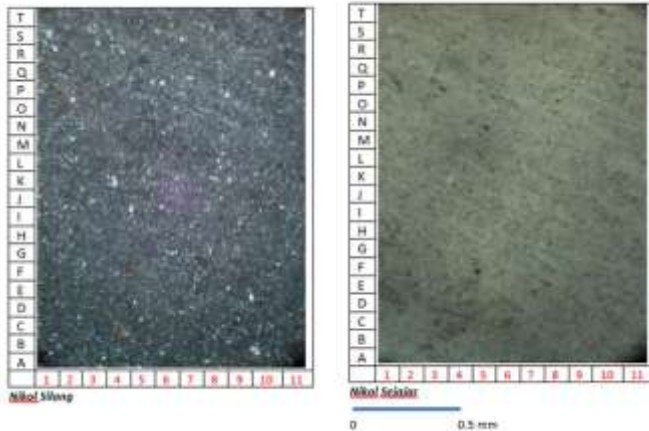
5. PEMERIAN PETROGRAFIS sampel 5

Sayatan tipis batuan piroklastik, kondisi batuan lapuk. Warna abu-abu kecoklatan. Nampak butiran mengambang dalam masa dasar glas vulkanik. Komposisi butiran terdiri dari mineral feldspar, kuarsa, dan mineral opak, bentuk menyudut tanggung. Butiran berukuran 0,02mm – 0,05 mm (*fine ash grain/dust grain, after schmid, 1981*) (Gambar 3.5)

KOMPOSISI MINERAL:

- Feldspar (20%), putih, relief rendah, berukuran 0,03–0,05mm, bentuk menyudut tanggung, berupa mineral plagioklas. (A,10)
- Kwarsa (7%), tidak berwarna-kuning orde I, relief relief rendah, berukuran 0,03–0,05mm, sudut pepadaman bergelombang. (O-P,2)
- Min opak (3%), hitam, kedap cahaya, relief sangat tinggi, berukuran 0,02–0,05mm, bentuk menyudut tanggung, hadir merata dalam sayatan. (E-F,2)
- Glas (70%), tidak berwarna, pengamatan dengan menggunakan nikol silang menjadi gelap, sebagian gelas telah mengalami ubahan menjadi mineral lempung.

Nomer Sayatan TB.4, Perbesaran 20x



Gambar 3.5. Sayatan petrografi sampel 5-TB.4

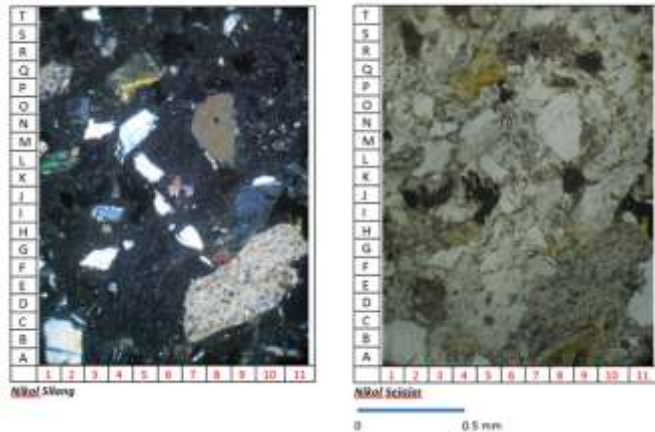
Penamaan Petrografis :

Vitric Tuff (*Klasifikasi Williams, 1982*)

6. PEMERIAN PETROGRAFIS sampel 6

Sayatan tipis batuan piroklastik, kondisi batuan lapuk. Warna abu-abu kecoklatan. Nampak butiran mengambang dalam masa dasar glas vulkanik. Komposisi butiran terdiri dari lithic, mineral feldspar, kuarsa, piroksen dan mineral opak, bentuk menyudut tanggung. Butiran berukuran 0,05mm – 1,5 mm (*fine - coarse ash grain, after schmid, 1981*) (Gambar 3.6).

Nomer Sayatan TB.4, Perbesaran 20x



Gambar 3.6. Sayatan petrografi sampel 6-TB.4

KOMPOSISI MINERAL:

- Feldspar (40%), putih, relief rendah, berukuran 0,2–0,2mm, bentuk menyudut tanggung, berupa mineral plagioklas. (M-O,11)
- Lithic (25%), berwarna warna tdk berwarna - abu abu kecoklatan, didominasi oleh pecahan batuan piroklastik (pumice) dan sedikit pecahan beku (*Andesitic dan basaltic*) dengan ukuran butir 0,5mm - 1,5mm, bentuk menyudut tanggung. (A-H,6-11)
- Kwarsa (3%), tidak berwarna-kuning orde I, relief relief rendah, berukuran 0,03–0,05mm, sudut pepadaman bergelombang. (G,4-5)
- Piroksen (5%), hijau muda pucat, abu-abu pucat, relief sedang, pleokroisme lemah-tidak ada, bentuk subhedral-anhedral, ukuran 0,05-0,5 mm. Hadir sebagai klinopiroksen (Augite) Sebagian mineral piroksen telah mengalami ubahan menjadi mineral chlorite. (K-M,1-2)

Min opak (2%), hitam, kedap cahaya, relief sangat tinggi, berukuran 0,05–0,15mm, bentuk menyudut tanggung, hadir merata dalam sayatan. (M-N,1)

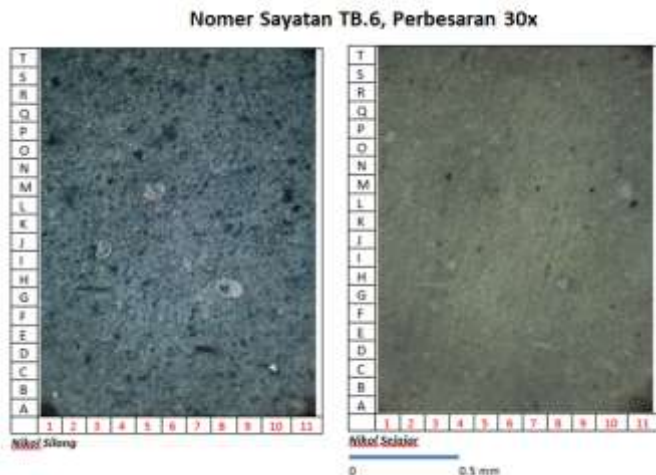
Glas (25%), tidak berwarna, pengamatan dengan menggunakan nikol silang menjadi gelap, sebagian gelas telah mengalami ubahan menjadi mineral lempung.

Penamaan Petrografis :

Crystall Tuff (*Klasifikasi Williams, 1982*)

7. PEMERIAN PETROGRAFIS sampel 7

Sayatan tipis batuan sedimen, kondisi batuan lapuk, coklat muda, tekstur klastik, dengan komposisi didominasi mineral berukuran lempung (<0,01mm) dengan komposisi butiran berupa fosil, kuarsa, feldspar dan mineral opak, dengan ukuran butir 0,05-0,25mm, bentuk butir menyudut tanggung-membulat tanggung, butiran mengambang dalam matrik lempung dan lumpur karbonat serta glas vulkanik. (Gambar 3.7).



Gambar 3.7. Sayatan petrografi sampel 7-TB.6

KOMPOSISI MINERAL:

Fosil	(15%), berupa foraminifera plankton dan bentos, ukuran 0,05-0,15mm, kondisi cangkang sebagian besar dalam keadaan utuh, hadir merata dalam sayatan. (G-H,8-9)
Feldspar	(1%), putih, relief rendah, berukuran 0,05–0,15mm, bentuk menyudut tanggung, berupa plagioklas (C,10)
Kwarsa	(1%), tidak berwarna-kuning orde I, relief rendah, berukuran 0,05–0,15mm, sudut pemadaman bergelombang. (B,1)
Mineral opak	(3%), hitam, isotrop, relief tinggi, ukuran 0,02–0,05 mm, bentuk membulat-membulat tanggung. (M,4)
Min Lempung	(35%), kecoklatan-hijau, relief bervariasi, berukuran sangat halus, warna interferensi abu-abu gelap orde I, hadir merata dalam sayatan.
Lumpur Karbonat	(35%), coklat kekuningan, bias rangkap kuat (ekstrim)
Glas	(10%), tidak berwarna, pengamatan dengan menggunakan nikol silang menjadi gelap, sebagian gelas telah mengalami ubahan menjadi mineral lempung.

Penamaan Petrografis:

Marl (Klasifikasi Gilbert, 1954).

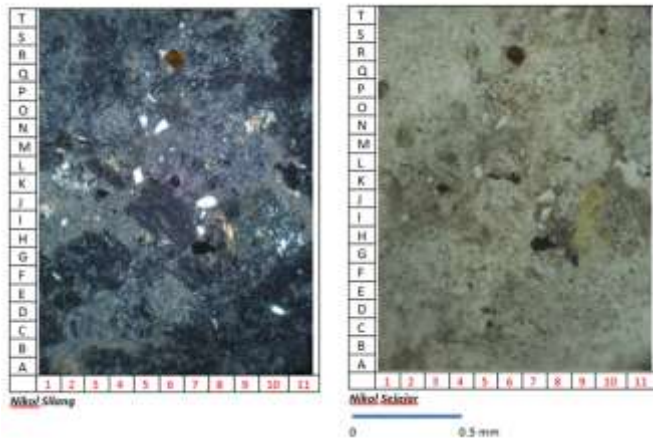
8. PEMERIAN PETROGRAFIS sampel 8/TB6

Sayatan tipis batuan piroklastik, kondisi batuan sangat lapuk. Warna abu-abu kecoklatan. Nampak butiran mengambang dalam masa dasar glas vulkanik. Komposisi butiran terdiri dari lithic, mineral feldspar, kuarsa dan mineral opak, bentuk menyudut tanggung. Butiran berukuran 0,05mm – 0,5 mm (*fine ash grain/dust grain, after schmid, 1981*) (Gambar 3.8).

KOMPOSISI MINERAL:

- Lithic (55%), berwarna abu-abu kecoklatan, didominasi oleh pecahan batuan piroklastik (pumice) dan sedikit pecahan beku (*Andesitic dan basaltic*), ukuran butir 0,25mm - 0,5mm, bentuk menyudut tanggung. (G-K,4-8)
- Feldspar (15%), putih, relief rendah, berukuran 0,2–0,2mm, bentuk menyudut tanggung, berupa mineral plagioklas. (K,5)

Nomer Sayatan TB.6, Perbesaran 20x



Gambar 3.8. Sayatan petrografi sampel 8-TB.6

- Kwarsa (3%), tidak berwarna-kuning orde I, relief rendah, berukuran 0,03–0,05mm, sudut pepadaman bergelombang. (I,2)
- Min opak (2%), hitam, kedap cahaya, relief sangat tinggi, berukuran 0,05–0,15mm, bentuk menyudut tanggung, hadir merata dalam sayatan. (B-C,6-7)
- Glas (25%), tidak berwarna, pengamatan dengan menggunakan nikol silang menjadi gelap, sebagian gelas telah mengalami ubahan menjadi mineral lempung.

Penamaan Petrografis :

Lithic Tuff (*Klasifikasi Williams, 1982*)

4.1 Tinjauan Umum

Secara terminologi, foraminifera dapat didefinisikan sebagai organisme bersel tunggal yang hidupnya secara akuatik (terutama hidup di laut), mempunyai satu atau lebih kamar yang terpisah satu sama lain oleh sekat (septa) yang ditembusi oleh banyak lubang halus (foramen).

Fosil foraminifera sering dipakai untuk memecahkan problem geologi terutama bagi perusahaan-perusahaan minyak dan gas bumi. Zonasi foraminifera planktonik merupakan salah satu zonasi mikrofosil yang cukup teliti untuk kepentingan penentuan umur. Zonasi fosil yang ketelitiannya lebih kurang setara dengan zonasi ini adalah zonasi nannoplankton gampingan. Fosil nannoplankton gampingan mempunyai ukuran yang sangat kecil (3-40 mikron). Karena itu dalam pengamatannya diperlukan mikroskop dengan perbesaran minimum 5000x bahkan 20.000 kali. Kegunaan fosil foraminifera adalah:

- Untuk menentukan umur batuan
- Membantu dalam studi lingkungan pengendapan atau fasies.
- Korelasi stratigrafi dari suatu daerah dengan daerah lain, baik korelasi permukaan atau bawah permukaan.
- Membantu menentukan batas-batas regresi atau transgresi, misalkan menggunakan foraminifera bentos *Rotalia beccarii* (fosil penciri daerah transgresi), *Gyroidina soldanii* (fosil penciri batial atas) dan lain-lain.
- Untuk menyusun satuan biostratigrafi.

Berdasarkan kegunaannya tersebut, maka dikenal beberapa istilah, yaitu:

- ✚ Fossil Indeks/Fossil Penunjuk/Fossil Pandu
Fossil yang digunakan sebagai penunjuk umur. Pada umumnya jenis fosil ini mempunyai penyebaran vertikal yang pendek dan penyebaran lateral luas serta mudah dikenal.
- ✚ Fossil Batimetri/Fossil Kedalaman
fosil yang dapat digunakan untuk menentukan lingkungan kedalaman. Pada umumnya yang dipakai adalah foraminifera bentos yang hidup didasar laut.
Contoh: *Elphidium* spp., penciri lingkungan transisi (Tipsword dkk., 1966).
- ✚ Fossil Horison/Fossil Lapisan/Fossil Diagnostik
Fossil yang mencirikan atau khas terdapat di dalam lapisan yang bersangkutan. Contoh: *Globorotalia tumida* (penciri N.18).
- ✚ Fossil Lingkungan
Fossil yang dapat dipergunakan sebagai petunjuk lingkungan sedimentasi. Contoh: *Radiolaria* sebagai penciri laut dalam.
- ✚ Fossil Iklim
Fossil yang dapat digunakan sebagai penunjuk iklim pada saat itu. Contoh: *Globigerina pachiderma*

4.2 Metode Pengambilan Sampel Analisa Foraminifera

Pengambilan sampel batuan di lapangan hendaknya diperhatikan apa tujuan yang akan kita capai. Untuk - mendapatkan hasil analisis yang baik perlu diperhatikan interval jarak pengambilan sampel. Kriteria-kriteria pengambilan sampel batuan, meliputi:

1. Memilih sampel batuan yang insitu dan bukan berasal dari talus, karena dikhawatirkan fosilnya sudah tidak insitu.
2. Batuan yang berukuran butir halus lebih memungkinkan mengandung fosil, karena batuan yang berbutir kasar tidak dapat mengawetkan fosil atau kemungkinan fosilnya

rusak. Contoh batuan yang diambil sebaiknya dari batuan lempung, serpih, napal, tuff napalan, batugamping bioklastik, batugamping dengan campuran batupasir sangat halus (Gambar 4.1).

3. Batuan yang lunak akan memudahkan dalam proses pemisahan fosil.
4. Jika endapan turbidit, diambil pada batuan yang berbutir halus, yang diperkirakan merupakan endapan suspensi yang juga mencerminkan kondisi normal airnya.



Gambar 4.1. Sampel batuan tebing breksi yang diperkirakan terdapat fosil mikro

4.3 Metode Preparasi Sampel

Setelah sampel diambil dilapangan maka tahapan selanjutnya adalah proses penguraian/pencucian. Proses penguraian/pencucian batuan dilakukan (Gambar 4.2).:

1. Tumbuk sampel batuan sedimen dengan palu karet hingga halus (ukuran pasir)
2. Masukkan dalam mangkuk dan cuci sampel dengan air biasa dan buang air yang keruh hingga airnya jernih.
3. Rendam sampel dalam larutan H_2O_2 (hidrogen peroksida) 50%.



1

Tumbuk sampel hingga halus



2

Masukkan dlm mangkok, cuci dengan air



3

Rendam sampel dlm H₂O₂
(±24 jam)



4

Keringkan langsung di sinarmatahari



5

Keringkan dalam oven



6

Ayak dengan mesh 50,80,100,pan



7

Masukkan dalam plastic klip



Siap dideterminasi

Gambar 4.2. Tahapan preparasi fosil foraminifera

4. Diamkan rendaman sampel (\pm 24 jam), sampai kotoran yang menempel di fosil terlepas, apabila fosil belum bersih maka dapat dicuci dengan air sabun
5. Bilas sampel hingga air jernih
6. Keringkan sampel sehingga butiran fosil terurai
7. Pengeringan bisa dengan oven atau sinar matahari
8. Ayah sampel yang sudah terurai dengan Mesh ukuran 50, 80, 100, pan
9. 100, 80, 50 Selanjutnya dikeringkan dengan terik matahari dan siap untuk diayak.
10. Masukkan dalam plastik klip yang sudah diberi kode nomer sampel masing2 sesuai dengan ukuran mesh.

4.4 Metode Determinasi Fosil Foraminifera

Sebelum dilakukan determinasi spesies, ada beberapa tahapan yaitu:

1. Taburkan sampel yang siap dideterminasi dalam cawan
2. Gunakan mikroskop binokuler perbesaran 40x
3. Siapkan plate fosil berlubang dua (2) dan empatbelas (14)
4. Pisahkan fosil yang bersih menggunakan jarum kasur, dan masukkan dalam plate berlubang 2 (lubang 1 untuk Plankton dan lubang 2 untuk bentos).
5. Untuk memudahkan dalam pengambilan fosilnya perlu disediakan air (jarum dicelupkan terlebih dahulu sebelum pengambilan fosil).
6. Determinasi satu persatu spesies yang ditemukan dan letakkan dalam plate berlubang 14 dan gunakan aquades untuk perekatnya.
7. Gunakan buku panduan/ referensi dalam determinasi.
8. Referensi untuk Foraminifera plankton (Blow, 1969), dan untuk Foraminifera bentos (Wright Barker, 1970).

Peralatan yang dibutuhkan dalam pemisahan fosil:

1. Mikroskop binokuler
2. Cawan untuk tempat menabur sampel fosil yang siap untuk dianalisis
3. Jarum untuk mengambil fosil/kuas bulu halus
4. Cawan tempat air
5. Lem untuk perekat fosil
6. Plate lubang 2 dan 14 untuk masing2 spesies fosil yang sudah dideterminasi.
7. Tabel analisis
8. Buku referensi

4.5 Hasil Analisis Fosil Foraminifera Plankton dan Bentos Hasil Analisis Foraminifera Plankton



***Globorotalia kugleri* (N3-N5)**



***Globorotalia acostaensis* (N2-N16)**



***Globorotalia siakensis* (N2-N14)**

Gambar 4.3. Foraminifera Plankton (*Globorotalia kugleri*, *Globorotalia acostaensis*, *Globorotalia siakensis*) pada Tebing Breksi



Globigerina venezuelana (N3-N18)



Globigerina binaiensis (N3-N5)



Globigerina binaiensis
(N3-N5)

Gambar 4.4. Foraminifera plankton (*Globigerina venezuelana*,
Globigerina binaiensis) pada Tebing Breksi

Tabel 4.1. Hasil analisis umur Formasi Semilir berdasarkan foraminifera plankton pada Tebing Breksi berumur N3-N5 Oligosen Awal-Miosen Awal

 LABORATORIUM MIKROPALEONTOLOGI JURUSAN TEKNIK GEOLOGI, FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA																								
No. contoh batuan : TB 1, TB 4, TB 6												Satuan Batuan : Batupasir Tulah						Diselamatkan Oleh :						
Lokasi : Tebing Breksi												Kisaran / Umur : N3-N5												
Batuan : Batupasir tufan, Batulanau												Dianalisa oleh : Siti Umayyah Ch												
UMUR	OLIGOSEN				MIOSEN												PLIOSEN		PLISTOSEN					
	P	20	21	22	Awal			Tengah						Akhir			Awal	Akhir						
Foraminifera Planktonik	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1. Globobulimina kugleri (N3-N5)																								
2. Globobulimina binariensis (N3-N5)																								
3. Globobulimina sikarensis (N2-N14)																								
4. Globobulimina acostrensis (N2-N16)																								
5. Globobulimina venezuelana (N3-N18)																								
Umur Batupasir Formasi Semilir, Oligosen Akhir - Miosen Awal (N3-N5)																								

Hasil analisis foraminifera menggunakan mikroskop binokuler dari Sampel TB1 sd TB7, menunjukkan minimnya fosil foraminifera plankton maupun bentos (Tabel 4.1). Dengan ditemukannya fosil foram plankton seperti Tabel 4.1. dapat ditarik kisaran umur yaitu: NN3-NN5 (Oligosen Akhir-Miosen Awal) klasifikasi Blow, 1969. setara dengan umur absolut untuk N3/P23 (17.54-19.30Ma) dan N5 (22.96-25.21Ma). Berdasarkan data tersebut maka batuan Formasi Semilir penyusun Tebing Breksi berdasarkan foraminifera berumur NN3-NN5 (Oligosen Akhir-Miosen Awal) atau setara dengan umur absolut (17.54-19.30Ma) dan (22.96-25.21Ma).

Hasil Analisis Foraminifera Bentos



Gyroidina neosoldanii 1450 ftm



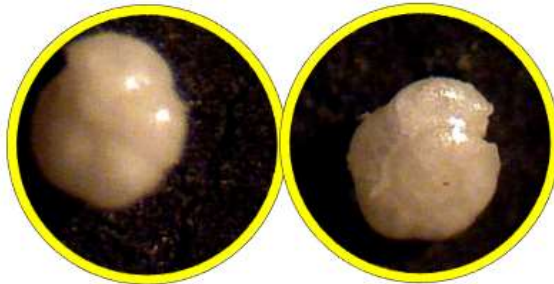
Dentalina subsoluta
(450 ftm)



Orthomorfina (450 ftm)



Trifarina reussi (129 ftm)



Clavulinoides indiscretus (210 ftm)

Gambar 4.5. Foraminifera Bentos pada Tebing Breksi (*Gyroidina neosoldanii*, *Dentalina subsoluta*, *Trifarina reussi*, *Clavulinoides indiscretus*)



Eponides umbonatus (175 ftm)

Gambar 4.6. Foraminifera Bentos (*Eponides umbonatus*) pada Tebing Breksi

Tabel 4.2. Hasil analisis Paleobatimetri Formasi Semilir berdasarkan foraminifera bentos pada Tebing Breksi

Species	Kedalaman (Tipsword, 1966)		Inner Shelf	Midale Shelf	Outer Shelf	Upper Slope	Lower Slope
	Fathom	Meter (x1,8288) m	0-25m	20-100	100-200	200-1000	1000-4000
<i>Gyroidina neosoldanii</i>	1450	2631,76					
<i>Dentalina subsoluta</i>	450	822,96					
<i>Trifarina reussi</i>	175	320,04					
<i>Eponides umbonatus</i>	129	235,9152					
Kedalamannya 235,9 m -2651,76 m (Upper Slope - Lower Slope) atau Bathyal							

Hasil analisis foraminifera bentos menurut klasifikasi Wright Barker, 1960 yang dikonversi ke meter dan dimasukkan dalam klasifikasi kedalaman menurut Tipsword dkk, 1966 dengan dijumpainya fosil *Gyroidina neosoldanii* (1450 fathom), *Dentalina subsoluta* (450 fathom), *Trifarina reussi* (175 fathom), dan *Eponides umbonatus* (129 fathom), yang dikonversi dalam meter (1 fathom = 1,8288 m) maka Formasi Semilir diendapkan pada lingkungan kedalamannya 235,9m-2651,76m (Upper Slope - Lower Slope) atau Bathyal (Tabel 4.2)

5.1 Tinjauan Umum

Nanofosil merupakan suatu kelompok mikrofosil marin yang mempunyai ukuran sangat kecil ($\pm 2\text{-}25\mu\text{m}$), berbentuk oval, batang, bintang, dan sebagainya yang menunjukkan keteraturan yang jelas. Namun kadang-kadang dijumpai pula bentuk-bentuk nanofosil yang tidak jelas afinitasnya, tetapi selalu terdapat bersamaan dengan kelompok coccolith tersebut sehingga secara keseluruhannya semuanya disebut dalam kelompok fosil nanno (Kapid, 2003).

Morfologi nanofosil


Secara umum morfologi nanofosil dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yang bisa dibedakan satu sama lainnya dengan jelas berdasarkan bentuk dari coccolithnya (Kapid, 2003).

✚ Bentuk nannoplankton 1 (coccolithopore dan nannolith yang berkaitan)

Morfologi nanofosil yang dapat diamati pada lempeng gampingan (coccolith) secara individual pada umumnya mempunyai bentuk dasar sebagai lingkaran (cincin) atau bulat telur di bagian luar dan disebut sebagai **rim**. Di tengahnya terdapat rongga yang disebut sebagai daerah pusat (**central area**). Pada rongga ini sering dijumpai berbagai struktur dalam bentuk palang, silang, saringan ataupun duri (tonggak). Apabila suatu coccolith memiliki cincin yang bertumpuk satu terhadap yang lain, struktur ini disebut sebagai **perisai (shield)**. Perisai yang menghadap ke arah tubuh sel disebut sebagai **proximal shield** (perisai dalam), sedangkan perisai lain yang

menghadap ke luar sel disebut sebagai **distal shield** (perisai luar). Bentuk coccolith mempunyai beberapa variasi yang bisa dibedakan dengan mudah, yaitu:

- a. **Placolith**: nanofosil yang terbentuk oleh dua perisai dan dihubungkan oleh saluran di tengah. Perisainya ada yang berbentuk bulat ataupun bulat telur. Contoh: *Coccolithus*
- b. **Discolith**: nanofosil yang terbentuk oleh satu lempeng bulat atau bulat telur dengan atau tanpa perforasi dan pinggirannya menebal. Contoh: *Discolithina*, *Pontosphaera*
- c. **Lopadolith**: nanofosil yang berbentuk bakul atau mangkuk dan mempunyai lubang pada arah luar (distal). Contoh: *Scyphosphaera*
- d. **Cricolith**: nanofosil berbentuk cincin bulat telur, tersusun oleh banyak elemen. Contoh: *Pyrocyclus*
- e. **Cyclolith**: nanofosil berbentuk cincin bulat, tersusun oleh beberapa siklus elemen. Contoh: *Cyclolithella*
- f. **Zyolith**: nanofosil berbentuk cincin bulat telur, dengan bagian tengahnya terdapat struktur semacam jembatan. Contoh: *Zygodiscus*

 Bentuk nannoplankton 2 (non-coccolithophore nannolith). Golongan nannoplankton yang kedua adalah golongan yang bukan berbentuk coccolith atau dikenal sebagai non-coccolithophore nannolith, terdiri dari beberapa bentuk seperti:

- a. **Rhabdolith**: nanofosil yang berbentuk seperti bintang panjang yang melekat pada bagian tengah dari suatu lempeng. Contoh: *Rhabdosphaera*
- b. **Caliptrolith**: nanofosil berbentuk seperti topi. Contoh: *Caliptrosphaera*

- c. **Pentalith:** nanofosil berupa lempengan yang mempunyai simetri kelipatan lima, berbentuk segilima, bintang, atau lingkaran. Contoh: *Braarudosphaera*
- d. **Asterolith:** nanofosil yang mempunyai bentuk luar seperti bintang, butir salju, dan tajuk bunga. Contoh: *Discoater, Hayaster*
- e. **Stelolith:** nanofosil yang berbentuk pilar atau silinder. Contoh: *Fasciculithus*
- f. **Sphenolith:** nanofosil berbentuk taji, degan alas berbentuk prisma yang tersusun oleh elemen-elemen radial dengan arah ke atas menjadi runcing. Contoh: *Sphenolithus*
- g. **Ceratolith:** nanofosil berbentuk tapal kuda yang terbentuk oleh dua lengan yang sedikit melengkung. Contoh: *Ceratolithus, Amaurolithus*
- h. **Scapholith:** nanofosil yang berbentuk seperti perahu. Contoh: *Scapholithus*



Bentuk nanoplankton 3 (golongan incertae sedis)

Golongan nanofosil ini tidak diketahui asal-usulnya, namun selalu terdapat bersamaan dengan kedua golongan sebelumnya. Bentuk yang paling terkenal dari golongan ini adalah:

a. *Isthmolitus*

Nanofosil berbentuk elips memanjang hingga “rhomboedrical” dengan satu atau dua jembatan sejajar pada sisi terpendek. Perch-Nielsen (1985) memasukkan spesies ini dalam golongan Zygodiscaceae.

b. *Microrhabdulus*

Nanofosil berbentuk batang memanjang yang pada bagian sisinya kadang dihiasi dengan garis-garis yang

melintang. Perch-Nielsen (1985) memasukkan spesies ini dalam golongan Microrhabdulaceae.

c. *Micula*

Merupakan nannolith yang terbentuk dari lempengan kalsit yang saling bertaut (*interlocking*) satu dengan lainnya. Perch-Nielsen (1985) memasukkan spesies ini dalam golongan Polycyclolithaceae.

d. *Nannoconus*

Nanofosil yang berbentuk silindris atau kronis, tersusun oleh kristal-kristal kalsit dengan sumbu memanjang tegak lurus dinding luar. Literatur yang ada menyebutkan spesies ini sebagai kelompok Nannocoid dari golongan Nannoconaceae.

e. *Triquetrorhabdulus*

Nannolith dengan tiga sisi yang berbentuk cembung, dijumpai pada sedimen oligosen atas hingga akhir miosen.

Dasar klasifikasi nanofosil

Morfologi lempeng coccolith menjadi dasar utama klasifikasinya. Berdasarkan studi coccolithophore yang masih hidup, diketahui bahwa bentuk lempengan coccolith merupakan suatu ciri coccosphere yang handal, walaupun dalam beberapa spesies diketahui adanya **dimorfisme** (suatu coccolithophore yang sama, pada fase perkembangan yang berbeda membentuk coccosphere dengan bentuk cocolith yang berbeda), dimana terdapat 2 jenis coccosphere, yaitu *exotheca* dan *endotheca* (Okada & Mc. Intyre, 1977). Seperti terlihat pada beberapa spesies *syracosphaera* terdapat 2 morfologi coccolith yang berbeda dan terpisah satu dengan yang lainnya.

Sebagaimana organisme lain, tatanama yang digunakan dalam nanofosil gampingan juga mengikuti sistem tatanama

Linnean (binomial). Klasifikasi golongan coccolithopoda ini didasarkan pada *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN) yang penggunaannya banyak dianut oleh peneliti-peneliti nannoplankton di dunia. Dari beberapa klasifikasi yang dibuat oleh beberapa peneliti dapat disimpulkan pola umum klasifikasi yang banyak diikuti, yaitu:

- ✚ Penentuan **Ordo**, didasarkan pada morfologi umum dari lingkaran luar (rim), misalnya placolith, discolith, dan sebagainya, serta pola susunan umum dari elemen pada rim tersebut.
- ✚ Penentuan **Famili**, didasarkan pada bentuk dan susunan dari elemen rim dan lebar serta sifat dari daerah pusat (*central area*).
- ✚ Penentuan **Genus**, didasarkan pada pola detail dari elemenrim serta struktur umum dari daerah pusat.
- ✚ Penentuan **Spesies**, didasarkan pada struktur detail dari daerah pusat.

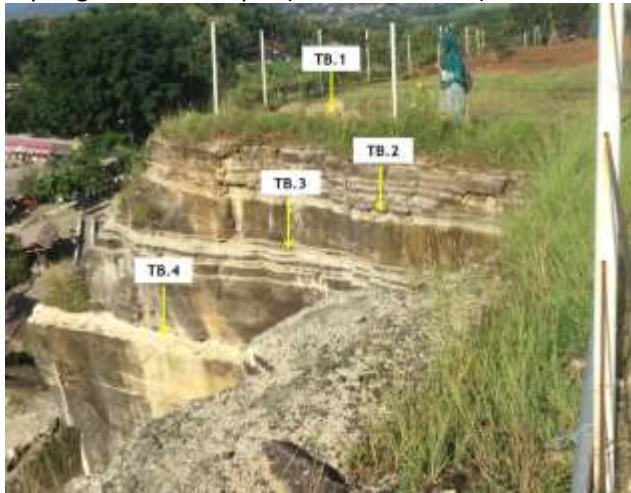
5.2 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel untuk analisa nannofossil adalah sama dengan pengambilan sampel untuk analisa foraminifera, hanya saja untuk ukuran/kuantitas yang berbeda karena sampel yang dibutuhkan untuk analisa nannofossil hanya sedikit sekali.

Nanofosil banyak dijumpai pada batuan sedimen klastik halus, bersifat karbonatan (napal, batulempung, batulanau) karbonatan, maupun batuan yang sedikit/tidak mengandung karbonat.

Pengambilan sampel batuan untuk analisa nanofosil dilakukan pada 7 sampel yaitu TB.1, TB.2, TB.3, TB.4, TB.5, TB.6 dan TB.7, yang berupa batulempung tufan, batulanau tufan,

dan lensa batulempung lanauan berwarna abu-abu kehijauan.
Lokasi pengambilan sampel (Gambar 5.1-5.2)



Gambar 5.1. Lokasi pengambilan sampel batuan untuk Analisa fosil /nannofossil (TB.1-TB.4)



Gambar 5.2. Lokasi pengambilan sampel batuan untuk Analisa fosil /nannofossil (TB.5-TB.6)

Ukuran nannofossil yang sangat kecil (mikron) sehingga tidak dapat dilihat dengan mata biasa atau bahkan menggunakan kaca pembesar seperti Loupe batuan. Analisa nannofossil dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Mikroskop polarisasi (nikol sejajar dan nikel silang) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Dalam pembahasan ini akan dijelaskan tentang analisa nanofosil menggunakan mikroskop polarisasi, yang dilakukan di laboratorium Petrografi jurusan T. Geologi FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta sedangkan analisa menggunakan SEM dilakukan di LEMIGAS Jakarta.

5.3 Metode Preparasi nannofossil (menggunakan Mikroskop Polarisasi

Teknik preparasi menggunakan metode *smear slide*. Metode ini bertujuan untuk mengekstrak fosil-fosil nannoplankton dari batumannya. Tahap preparasi:

- a) Ambil sampel batuan (halus), sekitar 0,5 mg.
- b) Taburkan di atas gelas objektif.
- c) Tetesi aquades/air secukupnya
- d) Ratakan dengan *cover glass*/spatula yang bersih.
- e) Keringkan di atas *hot plate* (suhu 80°C) hingga kering
- f) Teteskan perekat canada balsam/entellan pada bagian yang rata
- g) Tutup dengan *cover glass*
- h) Tekan sedikit pakai tusuk gigi sehingga *cover glass* menutup rata permukaan sampel
- i) Usahakan tidak ada gelembung udara dibawah *cover glass*
- j) Turunkan dari *hot plate*, dan tunggu hingga lem canada balsam benar-benar mengering

- k) Bersihkan kotoran yang menempel di luar bidang cover glass dengan kain/tisu/silet.
- l) Beri kode nomer sampel
- m) Simpan dalam box penyimpanan slide fosil
- n) Sampel siap dideterminasi

5.4 Metode Determinasi Nanofosil

Determinasi nanofosil mengacu peneliti terdahulu seperti Martini (1971), Perch-Nielson (1985), Marie-Aubry (1985) dan Nannotax3, dan lainnya.

Tahapan determinasi nanofosil dengan mikroskop polarisasi sebagai berikut:

- a) Siapkan mikroskop polarisasi dengan lensa perbesaran 1000x artinya lensa obyektif 100x dengan lensa okuler 10x.
- b) Letakkan slide fosil yang sebelumnya sudah ditetesi dengan *immersion oil* (cairan untuk slide yg menggunakan perbesaran 1000x) agar kaca slide licin sehingga mudah digeser-geser.
- c) Amati setiap spesies nanofosil pada pandangan nikol sejajar dan nikol silang, karena beberapa species ditunjukkan dengan kenampakan pada pandangan nikol sejajar ataupun nikol silang.
- d) Gunakan referensi terdahulu untuk menentukan nama genus dan spesies.
- e) Catat nama genus/spesies tersebut dalam table determinasi.
- f) Hasil terlihat pada Tabel 5.1 sd Table 5.6 dibawah ini.

5.5. Hasil Analisis Nanofosil

Tabel 5.1. Nanofosil yang dijumpai pada sampel TB.1

No Contoh Batuan	: TB 1	Satuan Batuan	Batuapung tulan Semilir
Lokasi	Tebing Breksi	Kisaran Umur	(NN4-NN5) Miosen Awal
Batuan	Batuapung tulan	Dianalisa Oleh	SU Choirah

Nama Spesies	MIOCENE										PLIOCENE				PLEISTOCENE							
	EARLY				MIDDLE			LATE			EARLY		LATE									
	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	NN9	NN10	NN11	NN12	NN13	NN14	NN15	NN16	NN17	NN18	NN19	NN20	NN21	NN22
<i>Discosaster deflandrei</i>																						
<i>Discosaster variabilis</i>																						
<i>Discosaster pentaradiatus ?</i>																						
<i>Discosaster druggii</i>																						
<i>Coccolithus micropelagicus</i>																						
<i>Coronocyclus nitescens</i>																						
<i>Heliosphaera oedimariana</i>																						
<i>Heliosphaera carteri</i>																						
<i>Heliosphaera arquipelago</i>																						
<i>Heliosphaera eughrate</i>																						
<i>Calocyclops macintyre</i>																						
<i>Cyclorhynchus forianus</i>																						
<i>Sphenolithus moniformis</i>																						

Klasifikasi umur menurut Zonasi Martini 1971

Tabel 5.2 . Nanofosil yang dijumpai pada sampel TB.2

No Contoh Batuan	: TB 2	Satuan Batuan	Batuapung tulan Semilir
Lokasi	Tebing Breksi	Kisaran Umur	(NN4-NN5) Miosen Awal-Miosen Tengah
Batuan	Batuapung tulan	Dianalisa Oleh	SU Choirah

Nama Spesies	MIOCENE										PLIOCENE				PLEISTOCENE							
	EARLY				MIDDLE			LATE			EARLY		LATE									
	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	NN9	NN10	NN11	NN12	NN13	NN14	NN15	NN16	NN17	NN18	NN19	NN20	NN21	NN22
<i>Coccolithus pelagicus</i>																						
<i>Discosaster druggii</i>																						
<i>Heliosphaera carteri</i>																						
<i>Discosaster deflandrei</i>																						
<i>Discosaster variabilis</i>																						

Klasifikasi umur menurut Zonasi Martini 1971

Tabel 5.3a . Nanofosil yang dijumpai pada sampel TB.3a

No Contoh Batuan	: TB 3	Satuan Batuan	Batuapung tulan Semilir
Lokasi	Tebing Breksi	Kisaran Umur	(NN5) Miosen Awal-Miosen Tengah
Batuan	Batuapung tulan	Dianalisa Oleh	SU Choirah

Nama Spesies	MIOCENE										PLIOCENE				PLEISTOCENE							
	EARLY				MIDDLE			LATE			EARLY		LATE									
	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	NN9	NN10	NN11	NN12	NN13	NN14	NN15	NN16	NN17	NN18	NN19	NN20	NN21	NN22
<i>Discosaster druggii</i>																						
<i>Coccolithus micropelagicus</i>																						
<i>Coronocyclus nitescens</i>																						
<i>Calocyclops macintyre</i>																						
<i>Cyclorhynchus forianus</i>																						

Klasifikasi umur menurut Zonasi Martini 1971

Tabel 5.3b . Nanofosil yang dijumpai pada sampel TB.3b

No Contoh Batuan	TB 3	Satuan Batuan	Batupasir tufan Semilir
Lokasi	Tebing Breksi	Kisaran Umur	(NN4-NN5) Miosen Awal-Miosen Tengah
Batuan	Batuempung tufan	Dianalisa Oleh	SJ Chotimah

Nama Spesies	MIOCENE									PLIOCENE			PLEISTOCENE								
	EARLY			MIDDLE			LATE			EARLY	LATE		PLEISTOCENE								
	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	NN9	NN10	NN11	NN12	NN13	NN14	NN15	NN16	NN17	NN18	NN19	NN20	NN21
<i>Dicocaster variabilis</i>																					
<i>Dicocaster druggii</i>																					
<i>Coccolithus pelagicus</i>																					
<i>Coronacystus nitescens</i>																					
<i>Helliosolenista pseudumbilica</i>																					
<i>Helliosphaera carteri</i>																					
<i>Helliosphaera euphratis</i>																					
<i>Calocystus macintyreii</i>																					
<i>Cyclaccolithus floridanus</i>																					
<i>Sphenolithus marginatus</i>																					
<i>Sphenolithus conicus</i>																					

Klasifikasi umur menurut Zonas Martini 1971

Tabel 5.4 . Nanofosil yang dijumpai pada sampel TB.4

No Contoh Batuan	TB 4	Satuan Batuan	Batupasir tufan Semilir
Lokasi	Tebing Breksi	Kisaran Umur	(NN4-NN7) Miosen Awal-Miosen Tengah
Batuan	Batuempung tufan	Dianalisa Oleh	SJ Chotimah

Nama Spesies	MIOCENE									PLIOCENE			PLEISTOCENE								
	EARLY			MIDDLE			LATE			EARLY	LATE		PLEISTOCENE								
	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	NN9	NN10	NN11	NN12	NN13	NN14	NN15	NN16	NN17	NN18	NN19	NN20	NN21
<i>Dicocaster deflandrei</i>																					
<i>Coccolithus micropelagicus</i>																					
<i>Coccolithus pelagicus?</i>																					
<i>Calocystus macintyreii</i>																					
<i>Cyclaccolithus floridanus</i>																					
<i>Sphenolithus marginatus?</i>																					

Klasifikasi umur menurut Zonas Martini 1971

Tabel 5.5 . Nanofosil yang dijumpai pada sampel TB.5

No Contoh Batuan	TB 5	Satuan Batuan	Batupasir tufan Semilir
Lokasi	Tebing Breksi	Kisaran Umur	(NN1-NN5) Oligosen - Miosen Akhir
Batuan	Batuempung tufan	Dianalisa Oleh	SJ Chotimah

Nama Spesies	MIOCENE									PLIOCENE			PLEISTOCENE								
	EARLY			MIDDLE			LATE			EARLY	LATE		PLEISTOCENE								
	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	NN9	NN10	NN11	NN12	NN13	NN14	NN15	NN16	NN17	NN18	NN19	NN20	NN21
<i>Sphenolithus marginatus</i>																					

Klasifikasi umur menurut Zonas Martini 1971

Tabel 5.6 . Nanofosil yang dijumpai pada sampel TB.6

No Contoh Batuan	TB 6	Batuan Batuan	Batuapir utan Semilir
Lokasi	Tebing Bekis	Kisaran Umur	(NN4-NN7) Miosen Awal-Miosen Tengah
Batuan	Batu lempung tufan	Dianalisa Oleh	SU Choirah

Nama Spesies	MIOCENE							PLIOCENE			PLEISTOCENE					
	EARLY			MIDDLE			EARLY			LATE						
	NN1	NN2	NN4	NN4	NN4	NN7	NN4	NN2	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	NN9	NN10	NN11
<i>Caloidiscus leptopus</i>																
<i>Cyclonorbula floricornis</i>																
<i>Reticulonorbula pseudocumbilifera</i>																
<i>Dicostaster difformis</i>																
<i>Hayastir perplexus</i>																
<i>Coccolithus mikwaplicatus</i>																
<i>Caloidiscus maandleyi</i>																

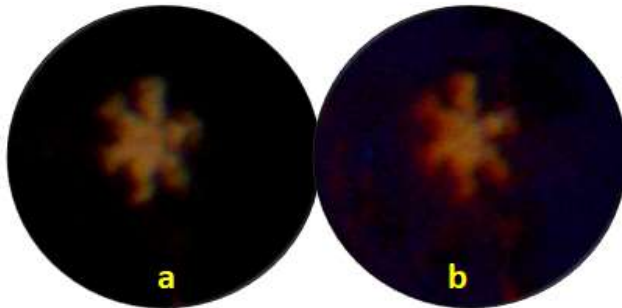
Klasifikasi umur menurut Zonasi Martini 1971

Hasil analisis sampel no TB.7 tidak dijumpai nanofosil.

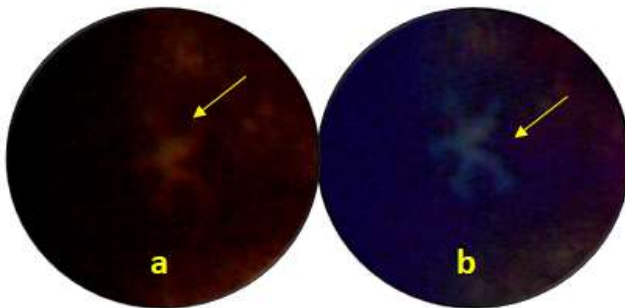
Foto Hasil Analisis Nanofosil (Mikroskop Polarisasi 1000x)



Discoaster deflandrei



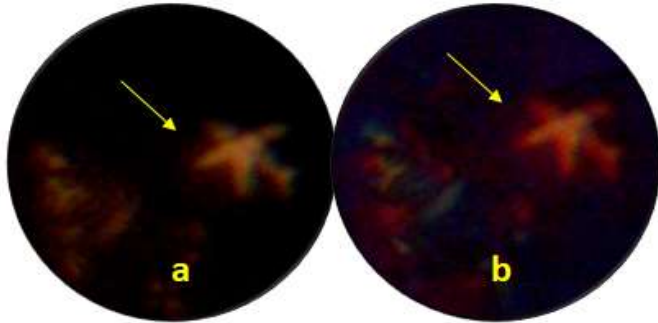
Discoaster variabilis



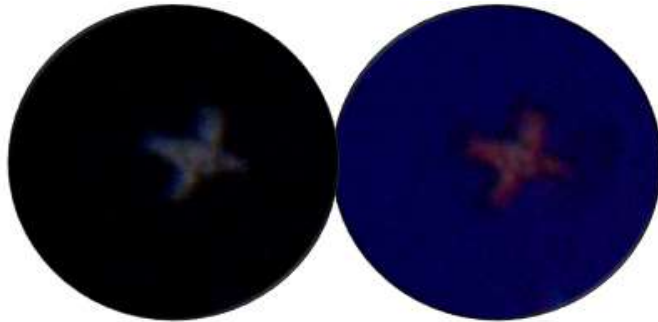
Discoaster variabilis

Gambar 5.3a. Nanofosil pada sampel TB.1

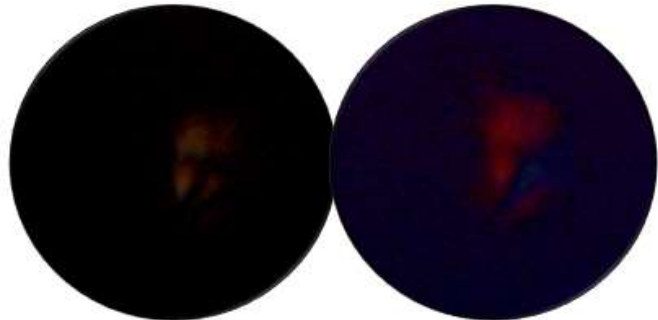
HASIL ANALISIS NANOFOSIL TEBING BREKSI



Discoaster pentaradiatus



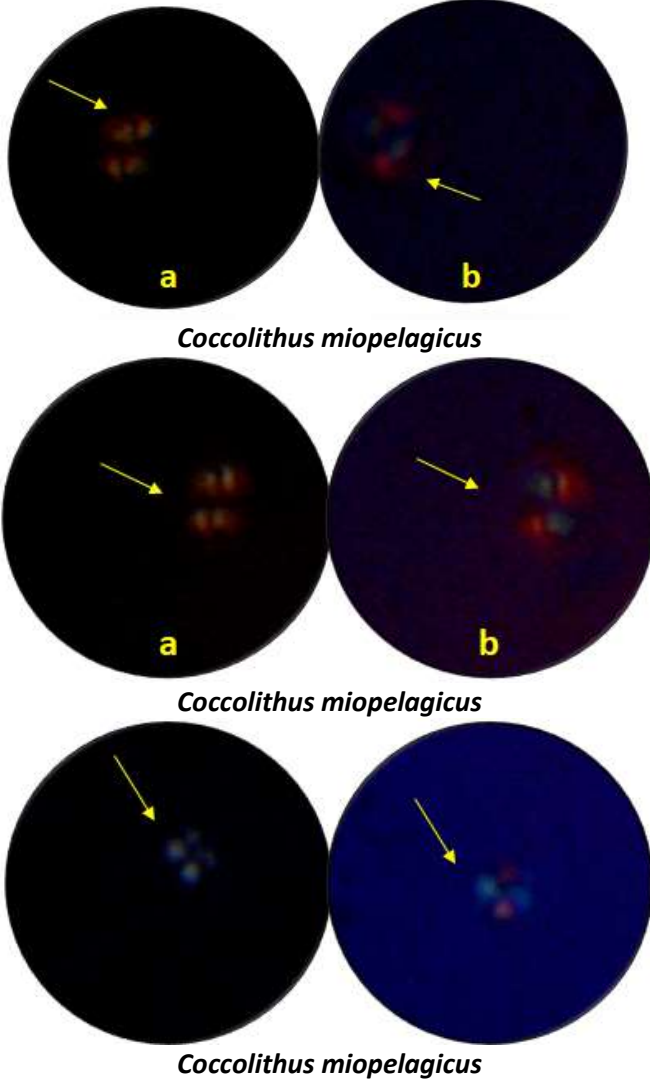
Discoaster druggi



Coccolithus pelagicus

Gambar 5.3b. Nannofossil pada sampel TB.1

HASIL ANALISIS NANOFOSIL TEBING BREKSI

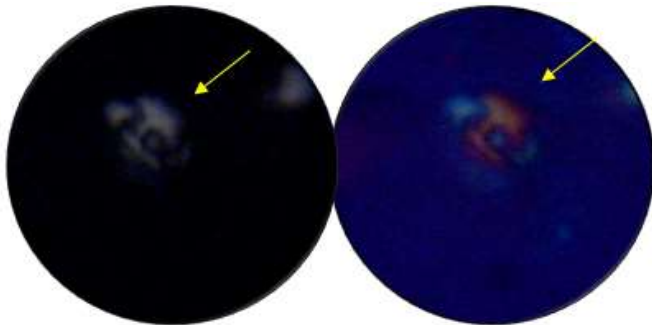


Gambar 5.3c. Nanofossil pada sampel TB.1

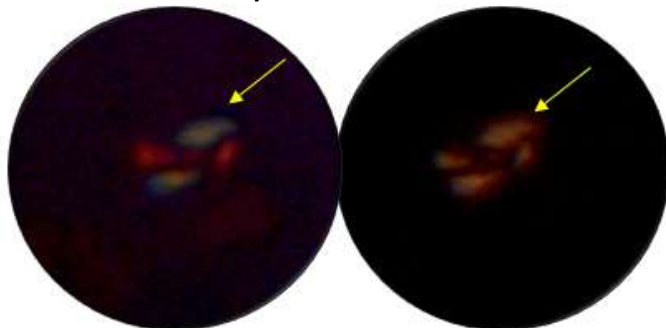
HASIL ANALISIS NANOFOSIL TEBING BREKSI



Coronocyclus nitescens



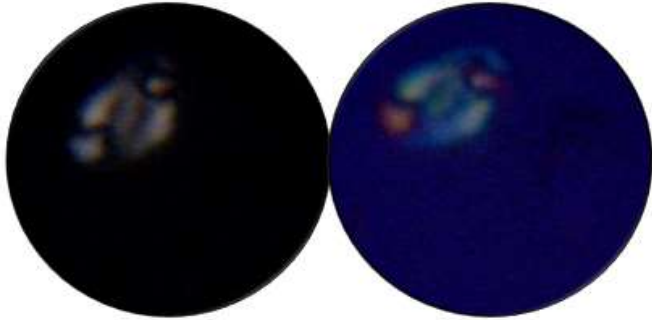
Helicosphaera mediterranea



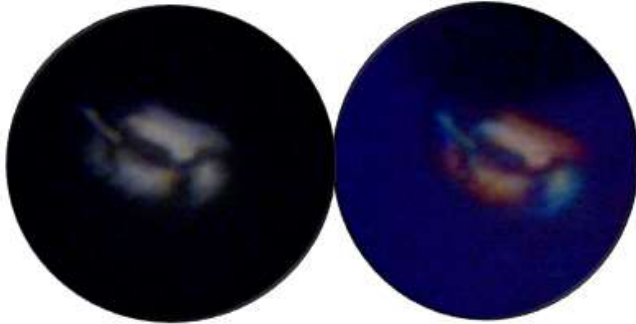
Helicosphaera ampliaperta

Gambar 5.3d. Nannofossil pada sampel TB.1

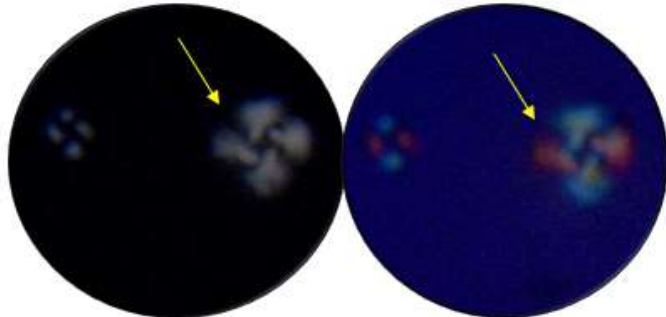
HASIL ANALISIS NANOFOSIL TEBING BREKSI



Helicosphaera euphratis



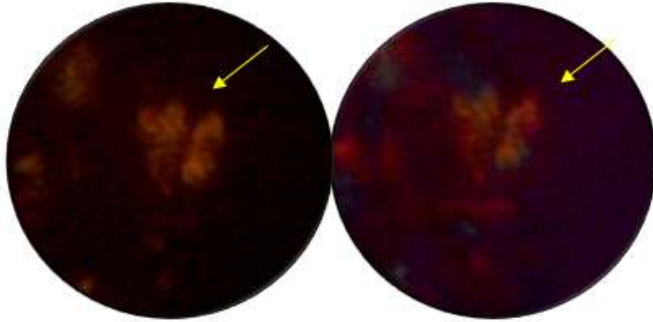
Helicosphaera carteri



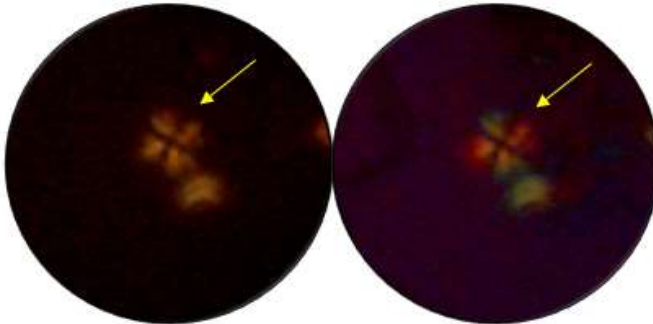
Cyclacargolithus floridanus

Gambar 5.3e. Nannofossil pada sampel TB.1

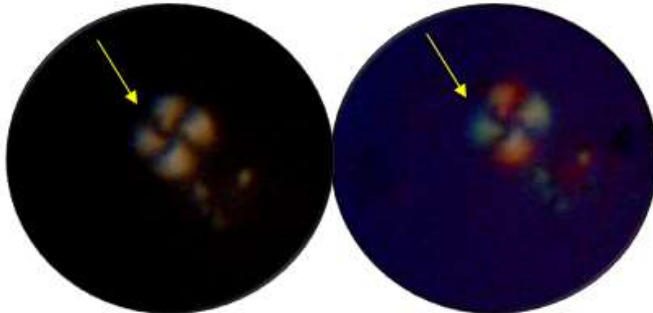
HASIL ANALISIS NANOFOSIL TEBING BREKSI



Shenolithus moriformis



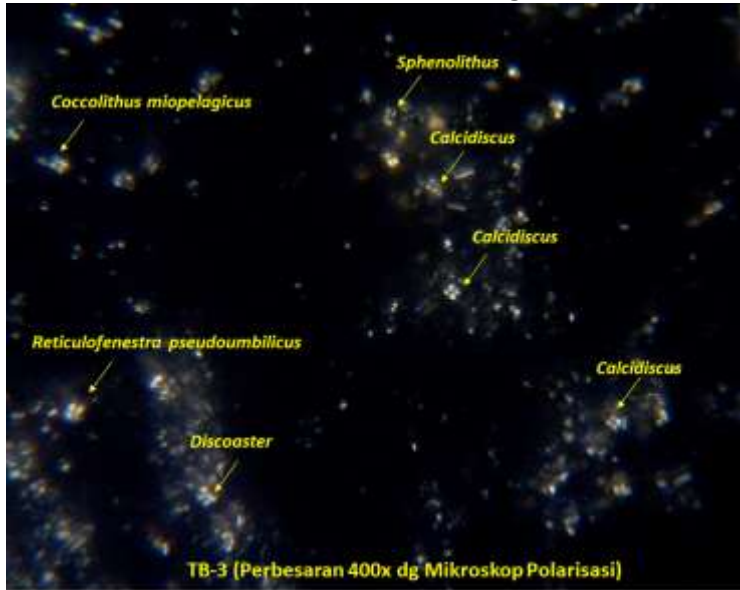
Shenolithus moriformis



Calcidiscus macintyreii

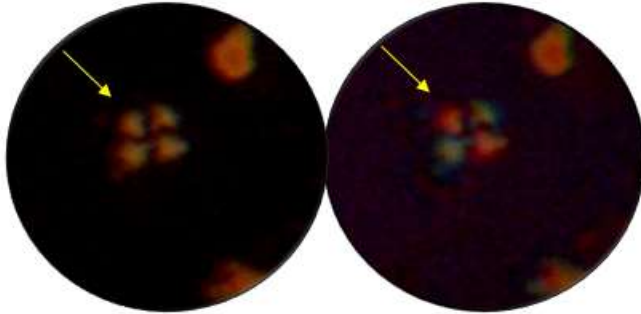
Gambar 5.3f. Nanofossil pada sampel TB.1

Hasil Analisis Nanofosil Tebing Breksi

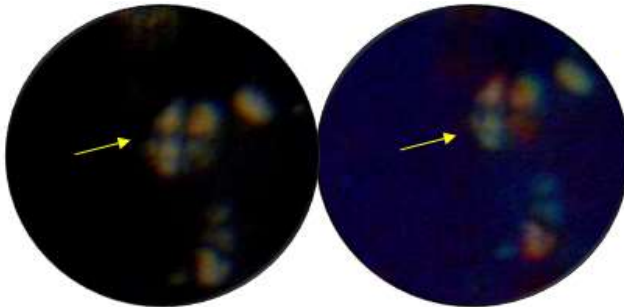


Gambar 5.4. Nanofosil berdasarkan pengamatan menggunakan mikroskop polarisasi dengan perbesaran (400x) pada sampel Tb.3

Nanofosil dengan Mikroskop Polarisasi Perbesaran 1000x



Calcidiscus macintyreii



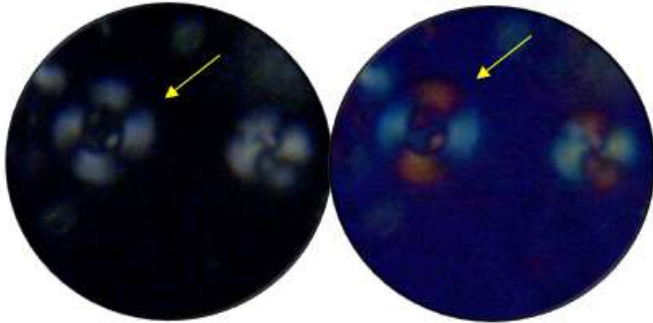
Coccolithus miopelagicus



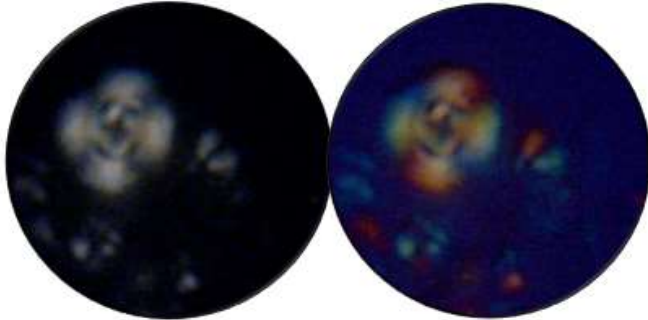
Coronocyclus nitescens

Gambar 5.5a. Nanofosil pada sampel TB.5

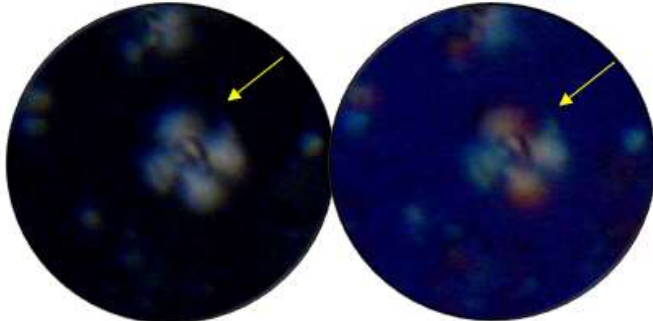
HASIL ANALISIS NANOFOSIL TEBING BREKSI



Cyclicargolithus floridanus



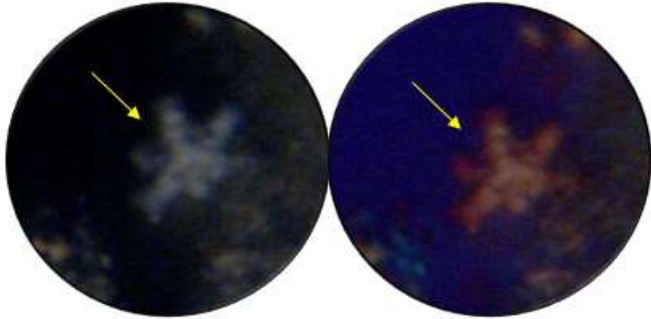
Cyclicargolithus floridanus



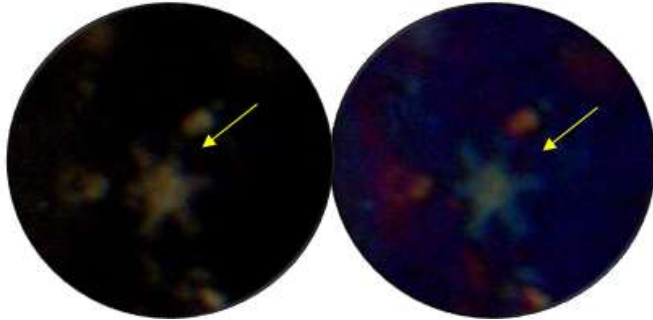
Cyclicargolithus floridanus

Gambar 5.5b. Nanofossil pada sampel TB.5

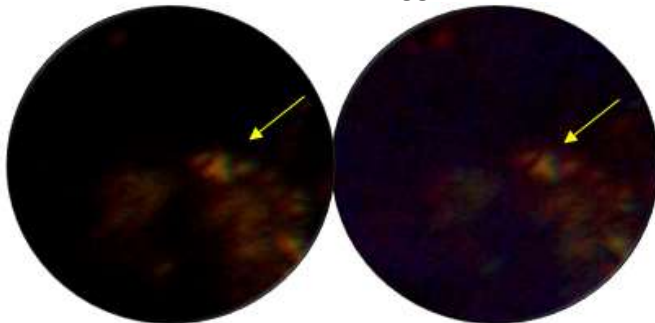
HASIL ANALISIS NANOFOSIL TEBING BREKSI



Discoaster variabilis



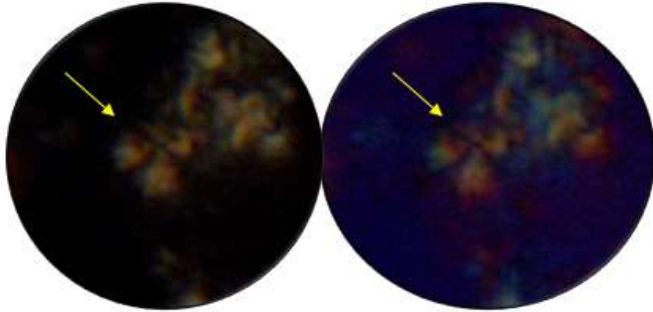
Discoaster druggi



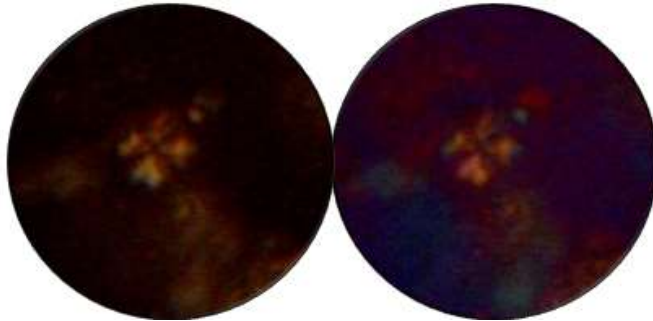
Helicosphaera euphratis

Gambar 5.5c. Nannofossil pada sampel TB.5

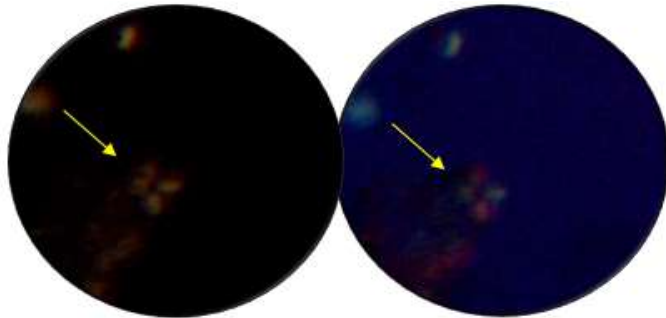
HASIL ANALISIS NANOFOSIL TEBING BREKSI



Spenolithus moriformis



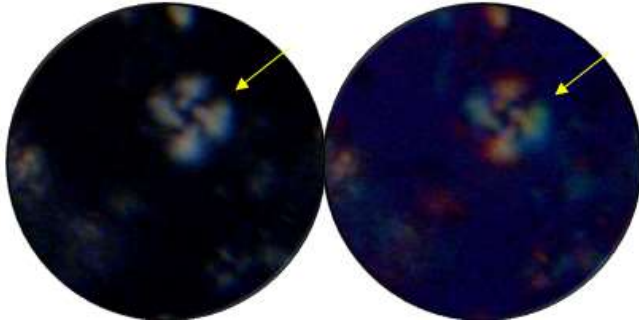
Spenolithus moriformis



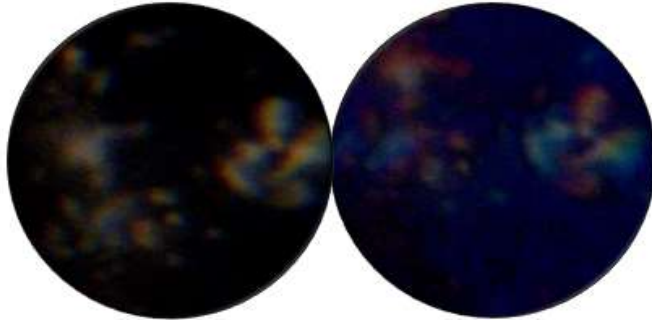
Spenolithus conicus

Gambar 5.5d. Nannofossil pada sampel TB.5

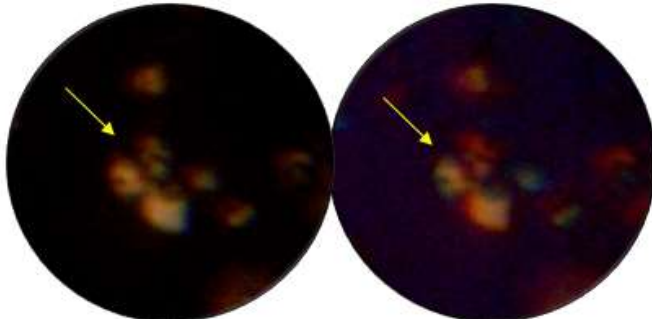
HASIL ANALISIS NANOFOSIL TEBING BREKSI



Reticulofenestra pseudoumbilicus



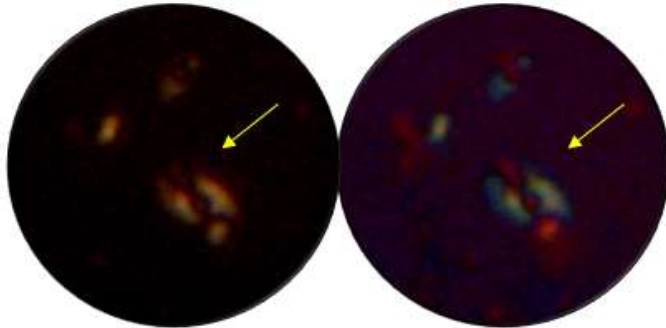
Reticulofenestra pseudoumbilicus



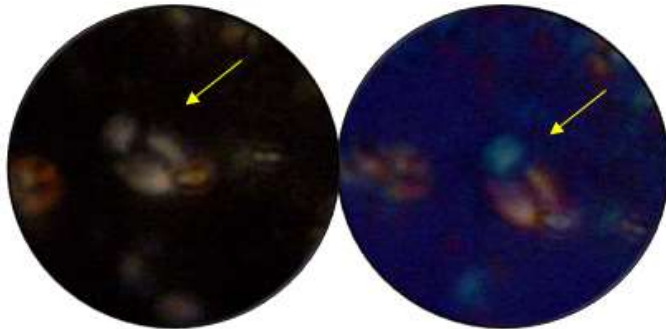
Reticulofenestra pseudoumbilicus

Gambar 5.5e. Nanofossil pada sampel TB.5

HASIL ANALISIS NANOFOSIL TEBING BREKSI

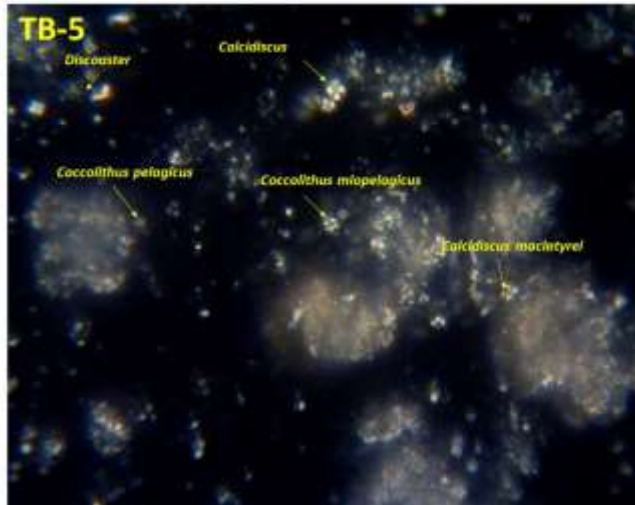


Helicosphaera carteri

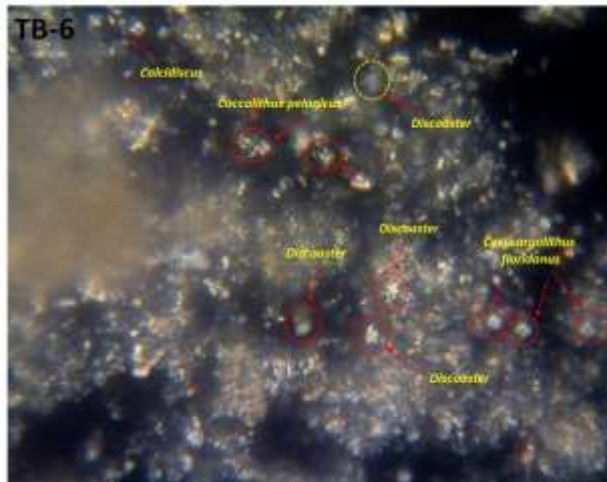


Helicosphaera euphratis

Gambar 5.5f. Nannofossil pada sampel TB.5



Gambar 5.6. Nannofossil menggunakan mikroskop polarisasi dengan perbesaran (400x) pada sampel TB.5



Gambar 5.7. Nannofossil menggunakan mikroskop polarisasi dengan perbesaran (400x) pada sampel TB.6

Prosedur untuk analisa nannofossil menggunakan *Sacning Electrone Microscope (SEM)*:

Pengambilan sampel sama seperti pengambilan sampel untuk analisa nannofossil menggunakan mikroskop polarisasi. Sampel yang diperlukan harus:

1. Bersih, tidak terkontaminasi material dari batuan lain. Sampel yang sudah diambil juga harus dibersihkan dari pengotornya yang menyelimutinya. Gunakan pisau kecil untuk mengupas lapisan pengotor, sehingga sampel batuan juga terbebas dari pelapukan atau akar tumbuh-tumbuhan, disamping itu juga untuk menghindari kontaminasi polen dan serbuk sari tumbuhan yang hidup sekarang.
2. Representatif dan komplit, artinya sampel harus dipisahkan dengan jelas antara sampel batuan yang mewakili suatu sisipan ataupun suatu lapisan batuan. Pada analisa nanofosil hanya dibutuhkan beberapa miligram saja untuk setiap sampelnya.
3. Pasti, apabila sampel tersebut terkemas dengan baik dalam suatu kemasan kedap air (plastik) yang di atasnya tertulis dengan tinta tahan air, segala keterangan penting tentang sampel tersebut (nomor sampel, lokasi pengamatan (LP), kedalaman jika sampel pemboran, jenis batuan, waktu pengambilan, sehingga hasil analisa sampel tersebut akan jelas manfaatnya.

5.3 Metode Analisa menggunakan SEM

Setelah pengambilan sampel batuan dilakukan maka kegiatan selanjutnya yaitu preparasi sampel. Alat-alat yang diperlukan dalam kegiatan preparasi ini yaitu palu (palu batuan sedimen), sample holder (diameter 1cm), coater (carbon and gold-palladium associated), dan lem karbon.

Preparasi conto batuan dilaksanakan dengan cara sebagai berikut:

Conto batuan dipecahkan dengan palu sampai tipis, berukuran kurang dari 1cm (Gambar 5.9)

1. Contoh tersebut kemudian dilem diatas sampel holder, kemudian dicoating atau dilapisi dengan bahan carbon supaya dapat menghantarkan arus atau sinar yang dipancarkan oleh “gun electron” di dalam alat SEM, selanjutnya untuk mendapatkan gambar yang baik harus dilapisi juga dengan bahan asosiasi “gold+palladium”

Cara kerja pengambilan foto nanofosil menggunakan alat SEM seri JEOL JSM-6390LA (Gambar 5.8)

1. Conto batuan yang telah dilapisi carbon dan gold+palladium dimasukkan ke dalam alat SEM tersebut.
2. Hidupkan listrik (power supply) dari sakelar di dinding dari posisi “OFF” menjadi “ON”.
3. Hidupkan sakelar yang terdapat dilantai dari posisi “OFF” menjadi posisi “ON”.
4. Hidupkan mesin pendingin air (water cooler).
5. Hidupkan CPU UPS yang terletak di lantai.
6. Hidupkan mesin SEM JEOL JSM-6390LA dengan cara memutar kunci dari arah “OFF” ke “ON” lalu “START”.
7. Hidupkan CPU monitor utama.
8. Klik desktop icon “SEM Analyst Manager”, lalu tunggu hingga posisi “HT” berubah dari “wait” menjadi “OFF”.
9. Masukkan sampel yang akan diobservasi dengan cara klik icon “SAMPKE” lalu klik “VENT”. Setelah lampu indikator “VENT” berhenti berkedip, tarik pelan tray penaruh sampel dari alat SEM, lalu masukkan sampel tutup kembali dan pastikan rapat. Setelah itu klik “EVAC”, tunggu hingga indikator lampu berhenti berkedip dan muncul tulisan “READY”. Sampel SEM siap diobservasi.

10. Untuk memulai observasi SEM, hidupkan posisi "HT" dari "ON" menjadi "OFF" dengan fungsi tiap menu sebagai berikut:
 - "Stage" untuk mengetahui posisi plate sampel mana yang diobservasi
 - "View" untuk melihat kenampakan sampel secara umum
 - Klik tombol "Coarse Magnification", putar panel "Magnification" untuk memperbesar obyek sampel yang diinginkan
 - Putar panel "Fokus" atau pencet tombol "Auto Fokus" untuk memfokuskan area observasi
 - Atur kontras dan "brightness" dari area observasi dengan menekan tombol "ACB". Gunakan spotesize 40.
11. Untuk mengambil foto SEM, pindahkan mode dari "Scan 2" to "Scan 3". putar panel "Fokus", hingga mendapatkan hasil yang terbaik, klik "Photo" dan tunggu hingga proses "capture" foto selesai (± 3 menit). Setelah pengambilan foto selesai, klik file "Save as" dan simpan foto ke direktori yang telah ditentukan.
12. Untuk melakukan observasi kembali, klik "View" atau "Scan 2" gunakan panel kursor untuk menggeser obyek.
13. Gambar/tampilan conto di layar monitor dapat diperbesar atau diperkecil, digeser kekiri atau kekanan sambil diamati sesuai objek yang diinginkan. (Gambar 5.10)
14. Setelah selesai melakukan observasi SEM, klik icon "HT" dari "ON" ke arah "OFF", lalu klik "EXIT" pastikan posisi alat SEM pada posisi "EVAC", bila ingin mengeluarkan sampel harap klik "SAMPLE" lalu "VENT". Keluarkan sampel dari alat SEM, klik "EVAC". Setelah muncul tulisan "READY", software bisa "OFF" dan "EXIT".
15. Matikan alat dengan cara "Shut down" computer, lalu putar kunci ke arah "OFF".

16. Tunggu sekitar 15-20 menit
17. Setelah 20 menit, matikan CPU UPS, lalu WATER COOLER
18. Matikan sakelar dilantai, lalu matikan power suply di dinding dengan cara mengubah posisinya dari "ON" ke "OFF"



Gambar 5.8. Nannofossil menggunakan mikroskop polarisasi dengan perbesaran (400x) pada sampel TB.6



Gambar 5.9. Holder untuk tempat sampel



Gambar 5.10. Proses determinasi menggunakan SEM dan perangkat komputer komplit

5.4 Nanofosil di Tebing Breksi

Sampel batuan yang diambil untuk analisa nanofosil sejumlah 2 sampel yaitu TB 2 (Gambar 3) dan TB 6 (Gambar 4) berupa batulempung tufan dengan kenampakan dilapangan berwarna coklat muda, tekstur klastik, dengan komposisi didominasi mineral berukuran lempung (<0,01mm) dengan komposisi butiran berupa fosil, kuarsa, feldspar, bentuk butir menyudut tanggung-membulat tanggung.

Kandungan nanofosil TB 2

Berdasarkan hasil analisa SEM pada sampel TB 2 dijumpai nanofosil *Discoaster* (Gambar 3).

Discoaster:

Discoaster merupakan genus yang berasal dari ganggang laut, yang berbentuk bintang, yang berukuran 5-40 μ m, yang melimpah sebagai nanofosil dalam endapan laut dalam yang beriklim tropis pada zaman Neogen, yang dapat dikenali sekitar 100 spesies.

Kandungan nanofosil TB 6

Menurut pengamatan dengan SEM di lokasi pengambilan sampel TB 2 ditemukan nanofosil berupa *Calcidiscus leptoporus* (Gambar 4 sd Gambar 6), *Hayaster perplexus* (Gambar 6 dan Gambar 7), *Discoaster deflandrei* (Gambar 8) serta *Discoaster* (Gambar 9). Deskripsi dan penjelasan dalam deskripsi nannofossil mengacu Nannotex3. Penjelasan nannofossil sebagai berikut:

- 1. *Calcidiscus leptoporus* (Murray & Blackman 1898)
Loeblich & Tappan, 1978**

Taxonomy: nama lain spesies ini adalah *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray & Blackman, 1898) dan *Cyclococcolithus centrovalis* Stradner & Fuchs (1980): dengan ciri di bagian tengah /*central areanya* berbentuk sedikit ellips. *Calcidiscus leptoporus* ssp. *centrovalis* (Stradner & Fuchs 1980) Perch-Nielsen 1984 (dalam Nannotext3).

Catatan: *Calcidiscus leptoporus* dibagi 3 berdasarkan ukurannya: kecil (<5µm), intermedate (5-8µm), dan besar (> 8µm). Kleijne (1993) membagi spesies ini menjadi 3 berdasarkan ukurannya. Yang ukurannya besar dinamakan *C. quadriperforatus*.

Bentuk: hamper bulat dan bagian tengah/central areanya tertutup, ukurannya 3->10µm; ukuran Coccosphere: 5->20µm.

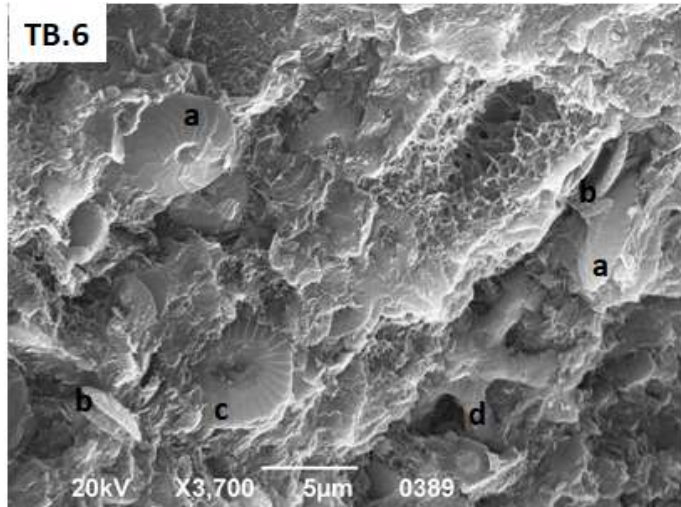
Pemunculan awal /FO/ *First occurrence (base)*: Zona NN2 /19.00-22.82Ma (Young (1998)

Pemunculan akhir/LO/*Last occurrence (top)*: **Sampai sekarang** (Young et al. 2003)

Kisaran Umur Geologi:

Pemunculan akhir /LO/ *Last occurrence (top)*: sampai resent/sekarang (Young et al. 2003)

Pemunculan awal /FO/ *First occurrence (base)*: dalam zona NN2 (19.00-22.82Ma, basis pada tahap Aquitanian). Sumber data: Young (1998)



**a) *Calcidiscus leptoporus* b) *Cyclicargolithus floridanus*
c) *Reticulofenestra pseudoumbilicus* d) *Discoaster deflandrei***

Gambar 5.11. Nanofosil hasil analisis SEM sampel TB.6

2. *Hayaster perplexus* (Bramlette & Riedel 1954)

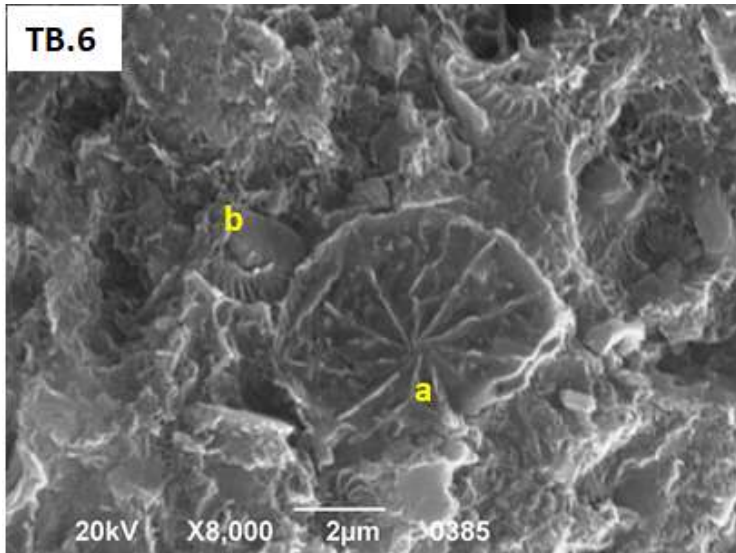
Taxonomy: *Citation: Hayaster perplexus* (Bramlette & Riedel 1954) penamaan lainnya *Discoaster perplexus* (Bramlette & Riedel 1954)

Catatan: Spesies ini mempunyai ukuran bervariasi, mempunyai segmen/sekat 10-14 lempeng, ukurannya 5-15 µm, ukuran cocospher nya 15->25µm dan lengannya kecil, sering dijumpai tidak utuh karena mudah patah.

Kisaran Umur Geologi:

Pemunculan akhir/*LO/Last occurrence (top):* sampai sekarang (Young et al. 2003)

Pemunculan awal /*FO/ First occurrence (base):* zona NP 6/ 58.97-59.54Ma / Paleogen (Bown 2016)



a) *Hayaster perplexus* b) *Helicosphaera*

Gambar 5.12. nanofosil *Hayaster perplexus* dan *Helicosphaera* berdasar SEM pada sampel TB.6

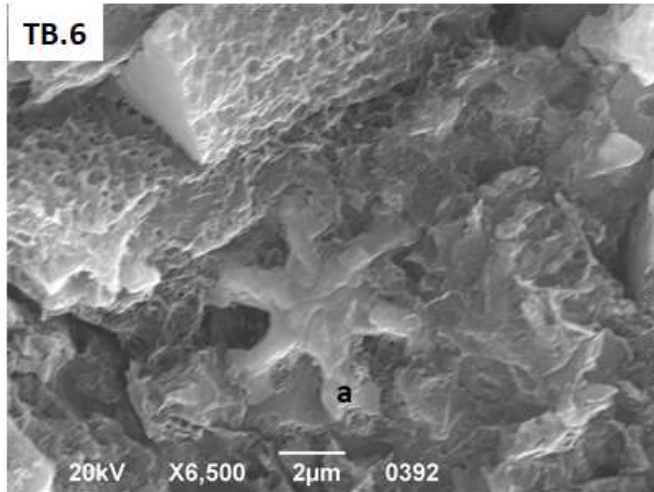
3. *Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, 1954

Discoaster deflandrei ini biasanya memiliki lengan 6, kadang-kadang 5, jarang berlengan 7, bentuk lengan sub-silinder dan bercabang di bagian ujung berbentuk bulat dan cabangnya pendek. Sudut lengan $>90^\circ$, biasanya sekitar 120° dan central Area (bagian tengah) dari *discoaster* ini tidak mempunyai umbo/tonjolan, Spesies yang mirip *discoaster* ini adalah *discoaster* yang mempunyai lengan yang lentik cabang lengan bersudut sempit dan berlengan 5.

Taksonomi: Spesies yang mirip *Discoaster aulakos* Gartner, 1967: mempunyai bagian tengah (central umbo) yang lebih kecil dan lengan bercabang kecil. Merupakan peralihan dari *D. deflandrei* dan *D. exilis*. *Discoaster deflandrei* var. *nodosus* de

Kaenel & Villa (1996) – Bagian ujung lengan yang bercabang agak melengkung. *Discoaster calculosus* Bukry (1971) – permukaan agak kasar (dalam Nannotext3).

Catatan dan Morfologi: Spesies ini mempunyai ukuran yang relative besar, jumlah lengan 6 (5-7), bagian tengah (central umbo) agak besar, lengan pada cabang lengan juga besar tetapi pendek dan kuat. Hay et al. (1967) menggunakan ciri-ciri ini untuk membedakan 5 spesies yang semuanya berumur Miosen Awal (dalam Nannotext3).



a) *Discoaster deflandrei*

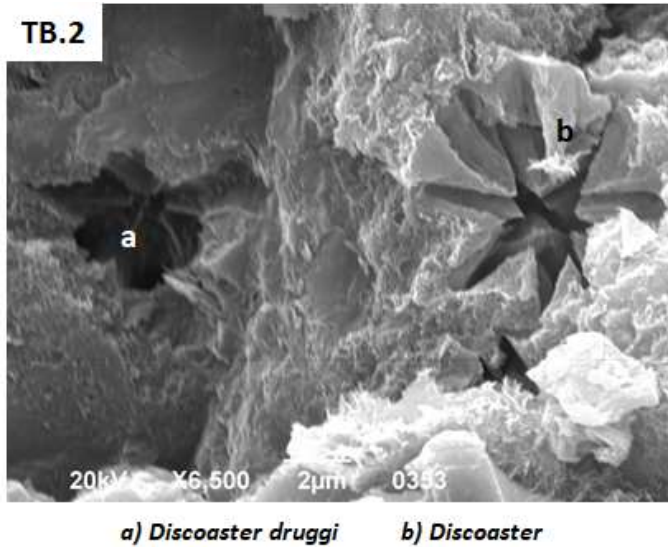
Gambar 5.13. Nanofosil *Discoaster deflandrei*
(Sampel TB 6)

Kisaran Umur:

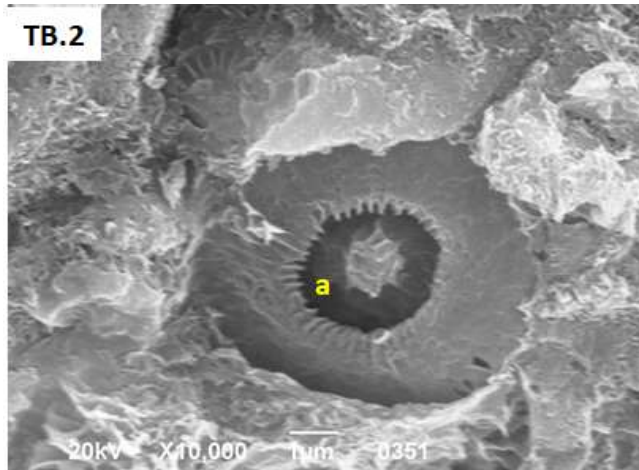
NN1-NN7 (Martini, 1971) atau CN1-CN5b (Okada & Bukry, 1980) atau Miosen Awal

Pemunculan akhir /LO/Last occurrence (top): zona NN7 /10.89-11.90Ma, (Young 1998; de Kaenel et al 2017)

Pemunculan Awal /FO/ First occurrence (base): NP.10/54.17-55.86Ma (de Kaenel et al 2017)

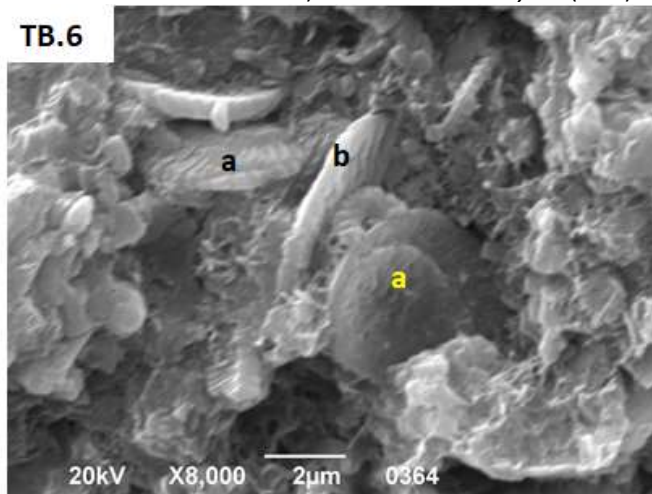


Gambar 5.15. Nanofosil *Discoaster druggi* dan *Discoaster* (?)
(Sampel TB 2)



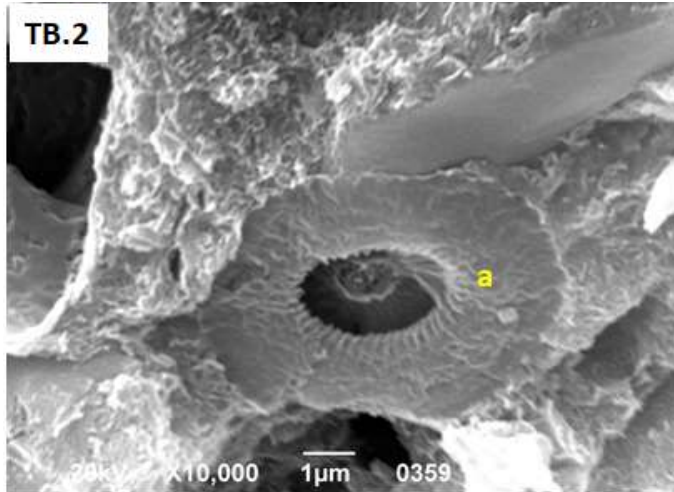
a) *Calcidiscus macintyreii*

Gambar 5.16. Nanofosil a) *Calcidiscus macintyreii* (TB 2)



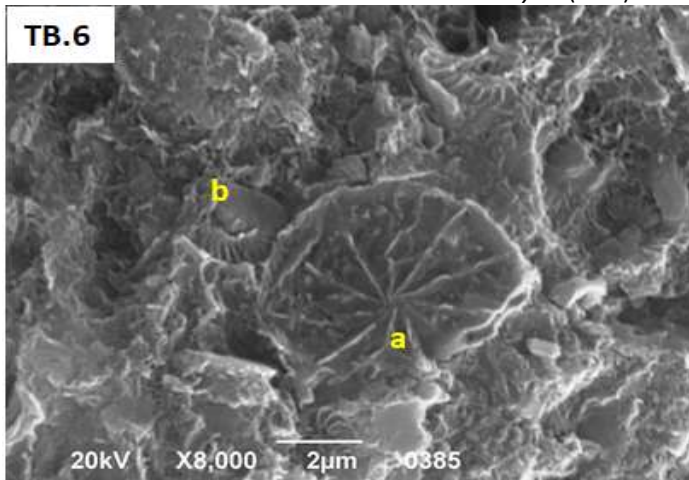
a) *Coccolithus miopelagicus* b) *Calcidiscus macintyreii*

Gambar 5.16. Nanofosil *Coccolithus miopelagicus* dan *Calcidiscus macintyreii* (Sampel TB 6)



a) *Calcidiscus macintyreii*

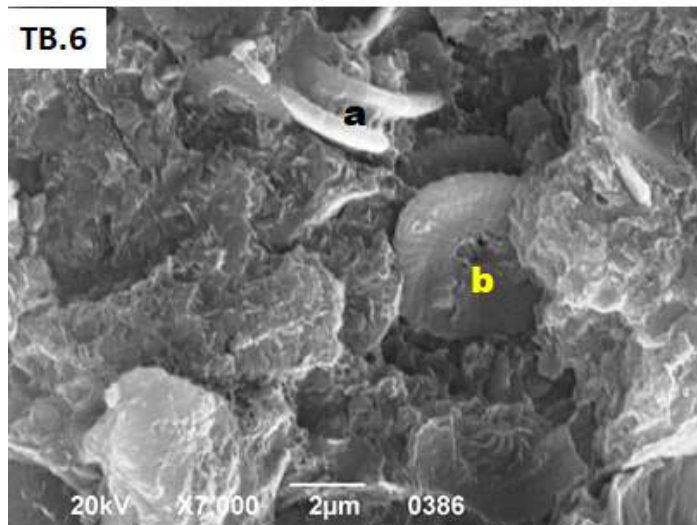
Gambar 5.17. Nanofosil *Calcidiscus macintyreii* (TB 6)



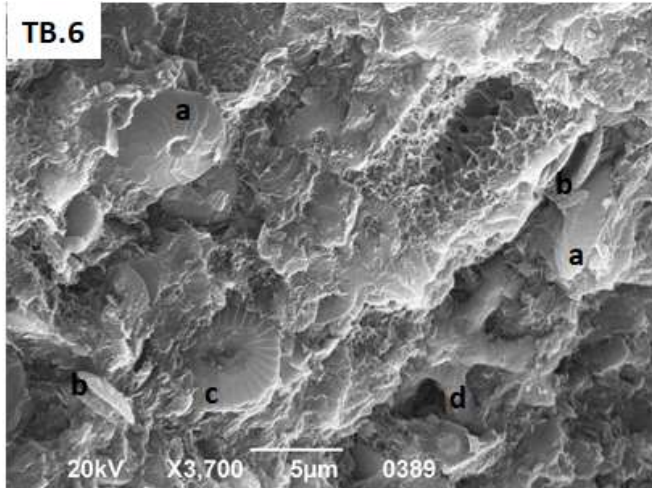
a) *Hayaster perplexus*

b) *Helicosphaera*

Gambar 5.18. Nanofosil *Hayaster perplexus* dan *Helicosphaera* (?) (Sampel TB 6)



Gambar 5.19. Nanofosil **a)** *Cyclicargolithus floridanus* dan **b)** *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (Sampel TB 6)



**a) *Calcidiscus leptoporus* b) *Cyclicargolithus floridanus*
c) *Reticulofenestra pseudumbilicus* d) *Discoaster deflandrei***

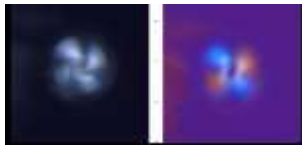
Gambar 5.20. Nanofosil *Calcidiscus leptoporus*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Reticulofenestra pseudumbilicus* dan *Discoaster deflandrei* (Sampel TB 6)

Hasil analisis nanofosil menggunakan SEM dari yang dapat dideterminasi yaitu *Calcidiscus leptoporus*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Reticulofenestra pseudumbilicus*, *Discoaster deflandrei*, *Hayaster perplexus*, *Coccolithus miopelagicus*, *Calcidiscus macintyreii* dari batuan TB.2 dan TB.6 dapat ditarik kisaran umur yaitu: NN4-NN7 (Miosen Awal-Miosen Tengah). Umur absolut NN4 ($\pm 14.9\text{Ma}$) sedangkan NN7 (10.89-11.90Ma). Berdasarkan data tersebut sehingga batuan Formasi Semilir penyusun Tebing Breksi berumur NN2-NN7 (Miosen Awal sampai Miosen Tengah) klasifikasi Martini, 1971 atau setara dengan umur absolut ($\pm 14.9\text{Ma}$) – (10.89-11.90Ma).

5.6 Pemerian (determinasi) singkat untuk spesies nanofosil berdasarkan (Nannotax3)

<http://www.mikrotax.org/Nannotax3/index.php?taxon=Coccolithus%20miopelagicus&module=Coccolithophores>

Calcidiscus macintyre (Bukry and Bramlette, 1969) Loeblich and Tappan, 1978.



Ciri-ciri: Bentuk fosil spherical, monomorphic, ukuran (10->14 μ m), Bentuk placolith, sirkular besarbagian central area terbuka.

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence/top*: 1.7Ma (Raffi et al, 2006).
- *First occurrence/base*: **NN6** zone (11.90-13.53Ma) Young 1998

Coccolithus miopelagicus Bukry, 1971.

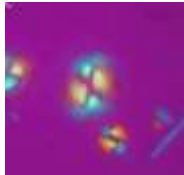


Ciri-ciri: Spesies ini berbentuk placolith, ellips dan mirip *Coccolithus pliopelagicus* sensu Boesiger et al. (2017) =*Coccolithus* cf. *miopelagicus*. *Coccolithus miopelagicus*, coccolith berukuran besar (14-20 μ m), biasanya (15-17 μ m), tidak mempunyai bar/belahan di bagian tengah (central area/ca) relatif lebih kecil daripada *C. pelagicus*. Spesies ini punya rim di bagian pinggir sehingga terkesan 2 lapisan.

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence/top*: NN8 zone (10.55-10.89Ma) Young, 1998; Boesiger et al. 2017.
- FO/base **NN5** zone (13.53-14.91Ma) Young 1998

Coccolithus pelagicus Bukry, 1971



Ciri-ciri: Bentuk placolith, ellips, dengan sentral area terbuka atau memotong sekat/bar pada permukaan bagian proksimal. Ukurannya lebih kecil dan sentral area (11-13 μ m), dengan umbo yang luas. punah Pliosen akhir.

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top):* **Extant** (Young et al. 2003)
- *First occurrence/base:* Bagian bawah **NP2** zone (65.4Ma) Varol 1989

Coronocyclus nitescens (Kamptner, 1963) Bramlette and Wilcoxon, 1967



Ciri-ciri:

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top):* near top of **NN6** zone (12.1Ma). Young 1998
- *First occurrence (base):* **NP15** zone (42.87-46.29Ma). Bown et al., 2007

Cyclicargolithus floridanus (Roth & Hay, in Hay et al., 1967) Bukry, 1971



Ciri-ciri: Ukuran spesimen yang lebih besar (4->11 μ m), sering muncul bersama-sama dengan *C. abisectus* (Sub-lingkar, Miosen Awal, sulit dipisahkan dengan *C. floridanus*). Bentuk placolith, bundar-subsirkular, central area kecil, sempit dan kosong, lebarnya <11 μ m. Bagian pinggir halus, jarang terfosilkan sehingga hanya nampak samar di bagian

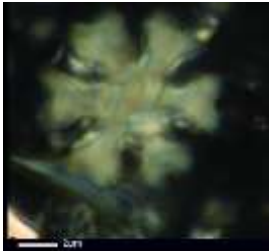
pinggir, Perisai proksimal lebih kecil dari perisai distal. Sering muncul secara dominan/menggerumbul.

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top)*: near top of **NN6** zone Raffi et al. (2006).
- *First occurrence (base)*: within **NP15** zone (42.87-46.29Ma).

***Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, 1954**

Ciri-ciri: Spesies ini menunjukkan variasi bentuk yang banyak, ukuran fosilnya besar (8-17 μ m), jumlah lengan 5-7, umumnya 6 lengan dan simetri, bagian tengah (central area) besar, dan tingkat perkembangan cabang lengan yang jelas, pendek dan gemuk. Sering ada tombol distal dibagian tengah, dan kadang punggung dinding bagian distal lemah, bagian sisi proksimal tidak berbentuk, bagian tepi seperti ada lipatan. Hay et al. (1967) spesies ini berumur dari Miosen Awal. Ada beberapa spesies yang bentuknya mirip dengan *Discoaster deflandrei* ini yaitu *Discoaster aulakos* dan *Discoaster saundersii*, yang mempunyai perbedaan pada central area (bagian tengah) yang ukurannya lebih kecil. Spesies ini juga banyak dijumpai pada Miosen Awal. Hal ini mungkin dipisahkan sebagai varietas antara antara *D. deflandrei* dan *D. exilis*.



Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top)*: within **NN7** zone (10.89-11.90Ma) oleh Young 1998; de Kaenel et al 2017
- *First occurrence (base)*: within **NP10** zone (54.17-55.86Ma), de Kaenel et al 2017

Discoaster druggii Bramlette and Wilcoxon, 1967



Ciri-ciri: Berbentuk asterolith besar dan sangat bervariasi bagian peri-perinya (pinggir). Mempunyai 6 lengan, bulat, terpotong, atau berlekuk, sentral area luas dan rata/datar. Spesimen ini berkerut/rugose, dan biasanya

menunjukkan lipatan yang tidak jelas, memanjang dari pusat ke bagian pinggir lengan. Ukuran diameter 15-22 μm , umumnya 18 μm .

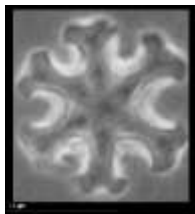
Discoaster ini mirip *D. deflandrei* tetapi ukurannya lebih besar (>15 μm), dan tanpa bifurkasi (cabang lengan) atau cabang lengan yang berbeda. Perbedaan ukuran *D. druggii* mempengaruhi umur yaitu:

- Small (<10 μm) - NP26- NN5
- 10-15 μm - NN1-NN5
- >15 μm - NN2-NN3

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top)*: within **NN3** zone (17.95-19.00Ma), Young, 1998
- *First occurrence (base)*: within **NN2** zone (19.00-22.82Ma) Young 1998

Discoaster variabilis Martini and Bramlette, 1963



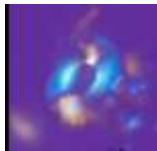
Ciri-ciri: *Discoaster variabilis* mirip *Discoaster exilis* hanya perbedaannya pada permukaan proksimal dan distal yang kuat, dan cabang yang lebih kuat. Di sisi bagian distal biasanya ada sentral area yang berbeda, dengan lekukan bergerigi, sering

terdapat tonjolan (bos) di bagian central areanya, dan berbetuk bintang. Menurut Young (1998) *D. variabilis* berevolusi dari *D. exilis* selama Miosen Akhir (awal) (NN9-NN10), tetapi pada awalnya gradasional. Discoaster ini berukuran besar (8->17 μ m), bersegmen 6, bercabang berkembang dengan baik; sedikit konkavo-cembung dan sisi proksimal dan distal jelas perbedaanya.

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top)*: within **NN16** zone (2.49-3.70Ma) Young 1998
- *First occurrence (base)*: within **NN10** zone (8.29-9.53Ma) Young 1998

Helicosphaera ampliaperta Bramlette and Wilcoxon, 1967



Ciri-ciri: Mirip dengan *H. carteri* tetapi central area kosong/terbuka, dan sayap lebih lemah. Bentuk placolith, asimetri, rimnya bersayap, ukuran (7-> 12 μ m).

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top)*: at top of **NN4** zone (14.9Ma) zonal marker, e.g. Young 1998
- *First occurrence (base)*: near base of **chron C6An.1r** sub-Magnetochron (10% up, 20.4Ma), Raffi et al. 2006

Helicosphaera carteri (Wallich 1877) Kamptner, 1954



Ciri-ciri: Ukuran spesies ini medium-besar, mempunyai flang yang berakhir seperti sayap, mempunyai 2 inline dalam central areanya (CA berlubang 2). Bentuk Placolith, asimetri, Ukuran (7->12 μ m); ukuran Coccosphere (15->

25 μ m), Ukuran Lith per bola: 16-> 40 μ m

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top)*: **Extant** (sampai sekarang) (Young et al. 2003)
- *First occurrence (base)*: within **NN1** zone (22.82-23.13Ma, Young 1998)

Helicosphaera euphratis Haq, 1966



Ciri-ciri: Batang lebar lurus dan sangat miring, memenuhi central area, placolit, asimetris, RIM: sayap, Central area: bar-diagonal. Elipsoidal, Ukuran 8-> 12 μ m;

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top)*: within **NN2** zone (19.00-22.82Ma) Boesiger et al 2017
- *First occurrence (base)*: within **NP18** zone (36.97-37.32Ma) Theodoridis 1984, Perch-Nielsen (1985)

Helicosphaera mediterranea Muller, 1981

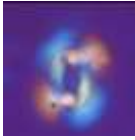


Ciri-ciri: Seperti *H. carteri* tetapi pori-pori sangat besar dan mirip *H. ampliaperta* tetapi terdapat dua lubang bukaan pada central areanya dengan pemisah jembatan yang sempit dan mirip *H. sellii* tetapi umurnya jauh lebih tua dan pori-porinya biasanya lebih besar. Spesies ini bentuknya placolith, asymmetric, RIM: sayap, central areanya: sayap, memotong, dan berukuran (9-> 15 μ m).

Kisaran Umur Geologi:

- NP25 to NN3 menurut (Boesiger et al, 2017)
 NN4 (Theodoridis, 1984), Boesiger et al. (2017).
- *Last occurrence (top)*: near based of **NN9** zone (10.4Ma), Boesiger et al 2017.
 - *First occurrence (base)*: within **NP24** zone (26.84-29.62Ma), Boesiger et al 2017

Reticulofenestra pseudumbilicus (Gartner, 1967) Gartner, 1969

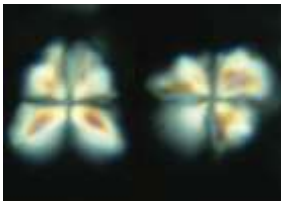


Ciri-ciri: Reticulofenestrid ukuran sedang hingga besar (5-> 12 μ m), bagian sentral area terbuka, tanpa jembatan, banyak dijumpai pada Miosen Tengah dan juga Pliosen Awal. Bentuk placolith, elips, CA: panggangan, kosong,

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top):* at top of NN15 zone (3.7Ma, sebagai indeks zona (Young, 1998).
- *First occurrence (base):* within NN4 zone (14.91-17.95Ma), Young 1998

Sphenolithus moriformis (Brönnimann & Stradner, 1960) Bramlette & Wilcoxon, 1967



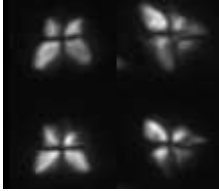
Ciri-ciri: Sphenolith Miosen Bawah dan Tengah sangat bervariasi. Sphenolith ini berbentuk sarang lebah, tidak bertulang belakang, bagian atas dan bawah dengan ukuran yang sama (simetri), ukuran: 3-8 μ m dan bervariasi antar sampel,

tetapi belum ada penelitian lebih lanjut. Bentuk spesies nannolith-radiate, N: 3D-radiate, kerucut, bundar, RIM: berjenjang, ukuran lit: 4-> 10 μ m.

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top):* within **NN15** zone (3.70-3.92Ma), Bergen et al 2017
- *First occurrence (base):* within **Selandian** Stage (59.24-61.61Ma), Agnini et al. 2007

Sphenolithus conicus Bukry, 1971



Ciri-ciri: Mirip dengan *S. moriformis* tetapi dengan tulang belakang apikal kecil, dan mirip dengan *S. heteromorphus* tetapi tulang belakangnya lebih kecil, ukuran: 5-10 μ m, menurut Bergen et al. (2017) ukuran (4,5 μ m), tetapi ada yg spesimen

yang lebih besar dan lebih khas. Bentuk nannolith-radiate, kerucut, bundar, RIM: berjenjang,

Kisaran Umur Geologi:

- *Last occurrence (top):* within **NN3** zone (17.95-19.00Ma), Bergen et al. 2017.
- *First occurrence (base):* within **NP24** zone (26.84-29.62Ma), Bergen et al. 2017

1. Tebing Breksi tersusun dari batuan sedimen dimana secara megaskopis berupa batupasir tufan, batulanau tufan, batulempung tufan, breksi tuf, dan sedikit karbonatan. Berdasarkan hasil analisa petrografi tersusun dari *Vitric tuf*, *lithic tuf*, *cristal tuff* dan *napal/marl*.
2. Hasil analisis foraminifera plankton menunjukkan bahwa batuan Formasi Semilir penyusun Tebing Breksi berumur N3-N5 (Oligosen Akhir-Miosen Awal) atau setara dengan umur absolut (17.54-19.30Ma) dan (22.96-25.21Ma).
3. Lingkungan kedalaman Tebing Breksi berdasarkan foraminifera bentos *Gyroidina neosoldanii*, *Dentalina subsoluta*, *Trifarina reussi*, *Eponides umbonatus* maka Formasi Semilir diendapkan pada lingkungan kedalamannya 235,9 m -2651,76 m (*Upper Slope - Lower Slope*) atau Bathyal.
4. Hasil analisis nanofosil dengan ditemukannya spesies *Calsidiscus leptoporus*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Reticulofenestra pseudoumbilicus*, *Discoaster deflandrei*, *Hayaster perplexus*, *Coccolithus miopelagicus*, *Calcidiscus macintyreii* maka kisaran umur batuan Formasi Semilir penyusun Tebing Breksi NN2-NN7 (Miosen Awal sampai Miosen Tengah) setara dengan umur absolut ($\pm 14.9\text{Ma}$) – (10.89-11.90Ma).

DAFTAR PUSTAKA

- Bemmelen, R.W., Van, 1949, *The Geology of Indonesia*, Government Printing Office, Volume I-A, The Hague.
- Bothe, A.Gh.D., 1929, *Djiwo Hills and The Southern Range: Fieldtrip Guide Book* for 4th Pasific Science Congress, Bandung
- Bukry, D. 1971a, *Discoaster* evolutionary Trends. *Micropaleontology*. **17**: 43-52. gs
- Barker, R.W. (1960)- Taxonomic notes on the species figured by H.B Brady in his report on the foraminifera dredged by the H.M.S. 'Challenger' during the years 1873-1876. *Spec. Publ. SEPM* 9, p. 1-238. (Useful taxonomic revision of beautifully illustrated modern deep water foraminifera book of Brady (1884)
- Bronto, S. dan Hartono, H.G., 2001, *Panduan Ekskursi Geologi Kuliah Lapangan 2*, STTNAS: Yogyakarta.
- Gilbert, C., M., et. al, 1982, *Petrography: An Introduction to The Study of Rocks in Thin Sections*, San Francisco: W. H. Freeman Company
- Kapid, R. 2003, *Nanofosil Gampingan: Pengenalan dan Aplikasi Biostratigrafi*. Penerbit ITB, Bandung.
- Kadar, D. (1986)- Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy of the South Central Java area, Indonesia. *Geol. Res. Dev. Centre, Bandung, Spec. Publ.* 5, p. 1-83.
- Lemigas (2007). *Identifikasi Mineral, Sistem Pori dengan Analisis Scanning Electron Microscopy (SEM)*. 4 hal. Jakarta
- Martini, E., 1971, *Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplakton Biozonation* in Bilal U. Haq, 1984., *Nannofossils Biostratigraphy Part III*:12., Cenozoic

- Biostratigraphy, Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Pennsylvania, 264-307p
- K. Perch, and Nielsen., “*Cenozoic calcareous nannoplankton*”, Chapter 10 in H.M. Bolli., J.B. Saunders & Perch K-Nielsen., *Plankton Stratigraphy.*, Cambridge Earth Science Series, Cambridge Univ. Press, Cambridge, (1985).
- Okada, H., and Bukry, D., 1980, *Supplementary Modification and Introduction of Code Number to the Low-Latitude Coccolith Biostratigraphic Zonation* (Bukry, 1973; 1975), *Marine Micropaleontology.*2:1 (1977) in Bilal U.Haq, 1984., *Nannofossils Biostratigraphy Part III: Cenozoic Biostratigraphy*, Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Pennsylvania, 321-325p.
- Rahardjo, W. 1983. Paleoenvironmental Reconstruction of the Sedimentary Sequence of The Baturagung Escarpment Gunung Kidul Area Central Java. Proceedings PIT XII Ikatan Ahli Geologi Indonesia. Yogyakarta 6-8 Desember 1983. Hal 135 - 140.
- Sumarso & Ismoyowati, T. 1975, Contribution to The Stratigraphy of The Jiwo Hills and Their Southern Surroundings (Central Java). *Proceedings Indonesian Petroleum Association 4th Annual Convention*, vol. 2, pp 19 – 26, 2006.
- Surono, Toha, B., dan Sudarno, 1992, Peta Geologi Lembar Surakarta – Giritronto, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Surono, dkk, 2009, Litostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Dalam: Publikasi Khusus Geologi Pegunungan Selatan Bagian Timur, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Badan Geologi, Pusat Survei Geologi. Hal. 1 – 13.

- Suyoto, 1992b, Klasifikasi Stratigrafi Pegunungan Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah, *In: Proceeding PIT IAGI XXIII*, pp. 472-485
(<https://wingmanarrows.wordpress.com/2009/10/07/sejarah-geologi-zona-pegunungan-selatan-jawa-timur/>
<http://www.mikrotax.org/Nannotax3/index.php?taxon>
- van Gorsel, J.T., Kadar, D., Sunarto, Hazuardi, Toha, B., & Sumarinda, I.W., 1987, *Central Java Field Trip Guide Book*; Indonesian Petroleum Association, 30 p.
- Van Zuidam, R.A., 1985, *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*, The Hague: Smits



Siti Umiyatun Choiriah, Semarang, 10 Oktober 1963,
Alamat: Jln. Gedongkuning No.30, RT.07/RW.02,
Kotagede, Yogyakarta, 55171, Indonesia, Phone:
+6285643636379, Email: umiyatunch@yahoo.com.

Latar belakang Pendidikan: S1 (1983-Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta), S2 (1997-Geologi Institut Teknologi Bandung) dan S3 92017-Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta (Sem-5).

Pengalaman Penelitian: Penelitian bidang stratigrafi dan mikropaleontologi (foraminifera dan nannoplankton) di Pegunungan Selatan, Zona Kendeng dan Zona Rembang.

Penghuni Tebing Breksi Yang Tidak Kasat Mata ini merupakan hasil penelitian Internal Grant LPPM UPN VY 2019. Buku ini berisi tentang kandungan fosil mikro (ukurannya mikron) yang tersimpan dalam batuan penyusun tebing breksi yang termasuk Formasi Semilir. Ukuran fosil yang sangat kecil (mikron) sehingga tidak bisa dilihat dengan mata biasa, sehingga diperlukan alat pembesar mikroskop perbesaran 1.000x atau *Scanning Electrone Microscope* (>1.000-25.000x). Mikrofosil yang ditemukan terdiri dari foraminifera dan nannofossil. Hasil analisis foraminifera menunjukkan bahwa batuan Tebing Breksi berumur N3-N5 (Oligosen Akhir-Miosen Awal) atau setara dengan umur absolut (17.54-25.21Ma), yang diendapkan pada kedalaman 235,9 m -2651,76 m (*Upper Slope - Lower Slope*) atau Bathyal. Hasil analisis nanofossil menunjukkan umur batuan Formasi Semilir penyusun Tebing Breksi NN2-NN7 (Miosen Awal sampai Miosen Tengah) setara dengan umur absolut ($\pm 14.9\text{Ma}$) – (10.89-11.90Ma).

Tim Penelitan: terdiri Tim Dosen Geologi (Intan Paramita Haty, ST, MT; Ir. Achmad Subandrio, MT; Ir. Mahap Maha, MT; Yody Rizkianto, ST, M.Sc.) yang dibantu Tim Asisten (Arhananta TG’15, Ilmam Nur Muhammad TG’16 dan Rina Puspita TG’16). Terimakasih kepada semua Tim peneliti atas kerjasamanya sehingga buku ini bisa selesai.



LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta
JL.SWK 104 (Ringroad Utara) Condong Catur,
Depok, Sleman, Yogyakarta 55283
Telp. (0274)486188, 486733

ISBN 978-602-5534-74-4



PENGHUNI TEBING BREKSI YANG TIDAK KASAT MATA

Disusun oleh

**Siti Umiyatun Choiriah
Intan Paramita Haty
Achmad Subandrio
Mahap Maha
Bambang Triwibowo
Yody Rizkianto**

**Buku ini telah memiliki Hak Cipta yang dikeluarkan oleh
Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia dengan nomor
EC00201973004 pada tanggal 27 September 2019**

**Penerbit:
GRAHA
ILMU**

**25
NOVEMBER
2019**