



FORUM GURU BESAR
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Orasi Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung



MENELUSURI JEJAK KEHIDUPAN FOSIL MIKRO, NANNOPLANKTON

Profesor Rubiyanto Kapid
Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian
Institut Teknologi Bandung

Aula Barat ITB
6 Agustus 2022

**Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
06 Agustus 2022

Profesor Rubiyanto Kapid

**MENELUSURI JEJAK KEHIDUPAN
FOSIL MIKRO, NANNOPLANKTON**



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: MENELUSURI JEJAK KEHIDUPAN FOSIL MIKRO,

NANNOPLANKTON

Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB,

tanggal 06 Agustus 2022.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis

Rubyanto Kapid

MENELUSURI JEJAK KEHIDUPAN FOSIL MIKRO, NANNOPLANKTON

Disunting oleh Rubyanto Kapid

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2022

vi+58 h., 17,5 x 25 cm

ISBN 978-602-6624-55-0

1. Mikropaleontologi 1. Rubyanto Kapid

KATA PENGANTAR

Rasa syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT., atas karuniaNya saya dapat menuliskan karya ini dan mempresentasikannya dalam keadaan sehat. Terima kasih saya sampaikan juga kepada para Guru Besar Senior dan Forum Guru Besar ITB atas kesempatan yang diberikan untuk mempresentasikan ilmu yang saya tekuni selama ini, Nannoplankton.

Tidak terlupakan, saya juga berterima kasih kepada guru-guru yang sudah memberikan ilmu pengetahuan sejak TK Mutiara di Jatinegara, SD Kanne Kecil di Jakarta dan SDN Ngantang, SMP XXXIX di Jakarta dan SMPN Plumbon, Cirebon, serta SMAK di Cirebon dan universitas di ITB ini. Pengetahuan tentang ilmu geologi secara umum dan mikropaleontologi secara khusus saya dapatkan dari para guru senior di Jurusan Teknik Geologi ITB yang saya hormati.

Orasi ini memberikan gambaran tentang mikrofosil dari suatu organisme yang berukuran sangat kecil (μm) yaitu nannoplankton. Bagaimana organisme ini hidup, dimana, mengapa dipelajari dan manfaatnya bagi keilmuan geologi.

Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi para pembaca dan peneliti bidang kebumian.

Bandung, 06 Agustus 2022

Prof. Rubiyanto Kapid

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
I. PENDAHULUAN	1
II. PEMBELAJARAN MIKROFOSIL DI ITB	6
A. Nannofosil	6
1. Organisme Nannofosil	6
2. Bentuk Nannofosil	8
3. Biozonasi Nannofosil	13
B. Polen/Palinologi	16
C. Foraminifera kecil	21
D. Foraminifera besar	26
III. Aplikasi Mikropaleontologi	28
IV. PENGAJARAN MASA DEPAN	34
V. KESIMPULAN	35
VI. PENUTUP	36
VII. UCAPAN TERIMA KASIH	36
DAFTAR PUSTAKA	38
CURRICULUM VITAE	45

MENELUSURI JEJAK KEHIDUPAN FOSIL MIKRO, NANNOPLANKTON

I. PENDAHULUAN

Dalam ilmu geologi, bumi, tempat kita hidup, selalu digambarkan dengan suatu bulatan biru yang tersusun dari berbagai lapisan batuan.



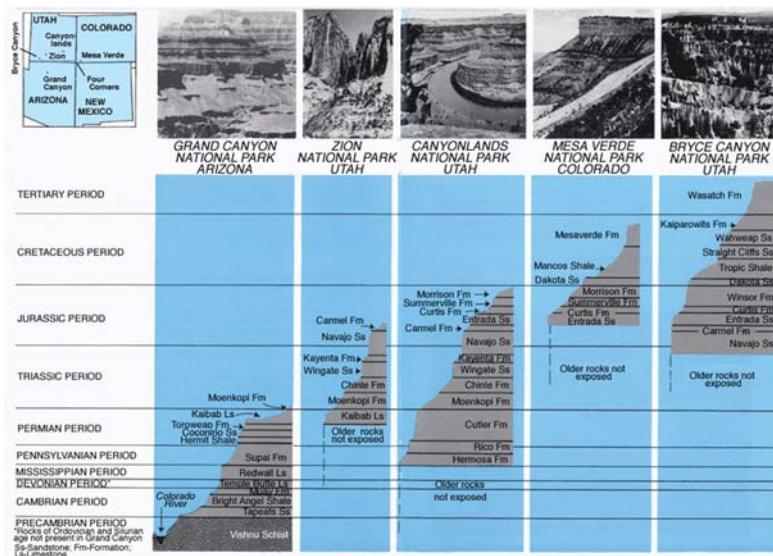
Gambar 1. Wajah Bumi Kita

www.pngfind.com/mpng/Txbxow_download-globe-dunia-hd-png-download/

Sejak awal berkembangnya ilmu geologi para pionir ilmu pengetahuan telah berpikir tentang bagaimana lapisan-lapisan batuan tersebut terbentuk. Pada kenyataannya, perlapisan batuan tersebut melampar di alam secara tidak merata. Jenis maupun ketebalan tiap lapisan batuan selalu berbeda dari satu tempat ke tempat yang lain. Perbedaannya dapat dilihat dari warna, batas antar lapisan, susunan butirnya, susunan kimianya dan juga kandungan biota yang ada dalam

batuan tersebut. Pada kenyataannya, sekarang ini kita dapat membedakan satu lapisan dengan lapisan batuan yang lain berdasarkan kandungan fosil yang ada dalam batuan tersebut. Cara membedakan lapisan batuan berdasarkan kandungan fosilnya inilah yang disebut sebagai ilmu paleontologi.

Dalam paleontologi, kita dapat mengelompokan setiap perlapisan batuan.



Gambar 2. Perlapisan stratigrafi kompilasi
http://creationwiki.org/Geologic_column

Lapisan mana yang terbentuk lebih dulu dan mana yang terbentuk paling akhir. Pemikiran-pemikiran tentang pembentukan lapisan-lapisan ini, akhirnya melahirkan suatu konsep yang menjadi hukum dalam geologi.

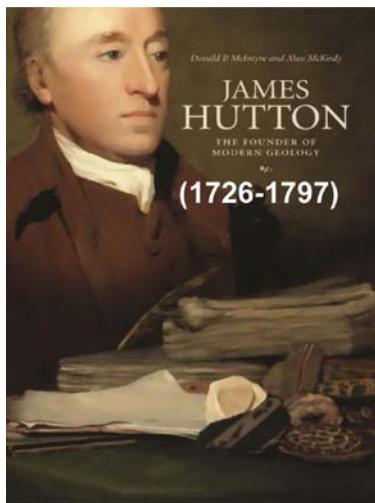
Kita mengenal hukum Steno (1678) yang mencakup tiga prinsip dasar tentang susunan batuan dan hubungan antar batuan tersebut yaitu:

Nicolaus Steno



1. *Original horizontality*
2. *Lateral continuity*
3. *Superposition*
4. *Crosscutting relationship*

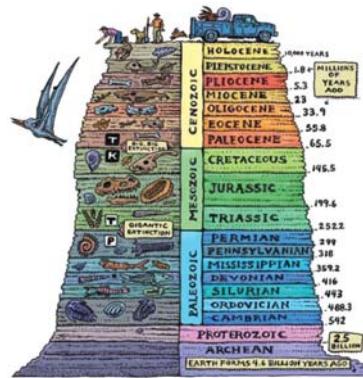
Pionir selanjutnya, James Hutton, menerapkan prinsip dasar tentang kebumian, yaitu:



Theory of the Earth dan *Uniformitarianism*.

Berdasarkan pemikiran tersebut di atas, ilmu geologi terus berkembang hingga muncul pertanyaan berikutnya tentang batuan tersebut. KAPAN dan BAGAIMANA batuan itu terbentuk? Menjawab pertanyaan tentang kapan batuan terbentuk, menyangkut umur dan sejarah geologi pembentukan batuan tersebut.

Pengertian umur Geologi sangat berhubungan dengan skala waktu geologi.



Gambar 3. Skala Waktu Geologi

www.solpass.org/science6-8-new/s7/standards7/ls11-2018.html

Umur suatu batuan dapat ditentukan dengan dua cara:

- Umur relatif: umur lapisan batuan terhadap lapisan batuan di sekitarnya.
- Umur absolut: umur numerik lapisan batuan tersebut.

Pada Prodi Teknik Geologi, segala sesuatu yang berhubungan dengan batuan ini diajarkan; terdapat 4 Kelompok Keahlian tempat para pengajar ilmu geologi berhimpun, yaitu:

1. KK Petrologi, Volkanologi dan Geokimia. KK ini bertanggung-jawab untuk memberikan pengetahuan tentang APA batuan tersebut.
2. KK Geodinamika dan Sedimentologi, memberikan pengetahuan tentang PROSES terbentuknya batuan.

3. KK Geologi Terapan, mengAPLIKASIKAN semua ilmu dari KK di Prodi Geologi untuk kepentingan eksplorasi dan eksplorasi geologi.
4. KK Paleontologi dan Geologi Kuarter, menjawab pertanyaan tentang KAPAN terjadinya batuan tersebut.

Pertanyaan tentang kapan tebentuknya suatu batuan, berkaitan dengan umur batuan secara geologis. Pengertian tentang umur geologi adalah :

1. Umur yang lebih tua dari *postglacial* sehingga hanya dapat ditentukan secara geologi (Merriam-Webster, 2009)
2. Sistem yang menentukan posisi batuan terhadap waktu dikenal sebagai Skala Waktu Geologi
3. Skala Waktu Geologi disusun oleh *International Commission on Stratigraphy* (www.stratigraphy.org)

Banyak cara untuk bisa menjawab pertanyaan **kapan batuan tersebut terbentuk**. Metoda geofisika seperti yang dilakukan oleh kolega FTTM (Pak Andri Dian Nugraha, Pak Nanang T. Puspito, dsb) memang sangat praktis. Namun metoda termurah yang masih banyak dilakukan adalah dengan analisis biostratigrafi, yaitu dengan melihat kandungan fosil di dalam batuan tersebut. Metoda ini sangat sederhana, murah dan relative akurat, sehingga dapat digunakan pada saat pemboran eksplorasi oleh *well site geologist* atau pada saat membuat peta geologi suatu daerah. Pembelajaran untuk penentuan umur batuan ini, menjadi tanggung jawab

KKPGK tempat kami para paleontologis berhimpun. Apa yang diajarkan?

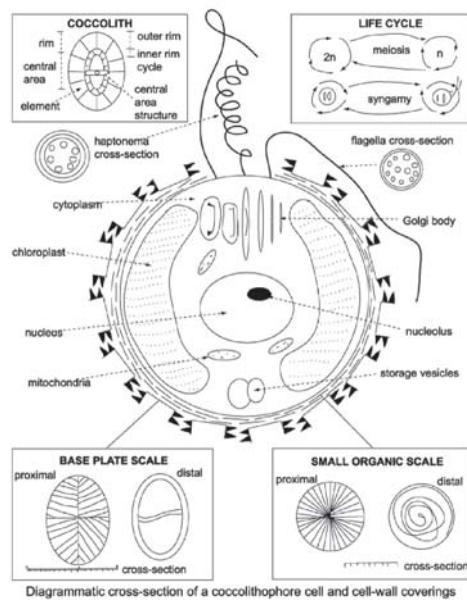
II. PEMBELAJARAN MIKROFOSIL DI ITB

Dari beberapa jenis mikrofossil yang ada di alam ini, hanya tiga jenis mikrofossil yang kami ajarkan di ITB, ada polen (palinologi) yang pengendapannya melalui media air, angin dan bantuan serangga, serta mikrofossil foraminifera dan nannofossil yang yang terendapkan dalam sedimen laut dan transisi

A. Nannofossil

1. Organisme Nannofossil

Nannofossil berasal dari suatu organisme yang disebut sebagai nannoplankton. Nannoplankton ini merupakan suatu organisme yang termasuk dalam golongan ganggang marin yang disebut sebagai coccolithophore. Coccolithopore itu sendiri, berasal dari golongan alga haptophyta. Cara hidup alga haptophyta adalah secara planktonik, yang mengambang di permukaan air laut. Coccolithophore mempunyai ukuran yang sangat kecil (sekitar 100 μm diameter) yang dilengkapi dengan bagian-bagian tubuhnya seperti *nucleus*, *mitochondria*, *vacuole*, *chloroplast*, *cytoplasma* yang dilingkupi oleh membrane halus (Gambar 4).



Gambar 4. Skema tubuh coccolithopore dari Bown 1998

www.ucl.ac.uk/GeolSci/micropal/calcnanno.html

Dalam mitochondria terdapat suatu bagian yang disebut aparat golgi yang berfungsi sebagai dapur untuk mengolah makanannya yang kemudian dibentuk sebagai lempeng-lempeng gampingan atau coccolith. Bila coccolith ini sudah matang dan sempurna, maka lempeng gampingan ini didorong ke luar kearah membrane sehingga seluruh tubuh coccolithopore tersebut tertutupi oleh lempeng gampingan yang kita sebut sebagai coccospHERE (Gambar 5). Di alam, bentuk coccospHERE ini bermacam-macam ragamnya. Ada yang bulat seperti bola, ada yang lonjong seperti tabung dan bentuk-bentuk lainnya.



Gambar 5. CoccospHERE dari *Coccolithus pelagicus* (Bown et al, 2014).

www.mikrotax.org/Nannotax3/index.php?taxon=Coccolithus%20pelagicus&module=Collophores

Dalam satu coccospHERE kadang dijumpai dua bentuk lempeng gampingan yang berbeda (dimorphisme). Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan cara berkembang biak. Ada cara berkembang biak dengan membelah diri (asexual) dan ada juga cara berkembang biak dengan perkawinan antara gamet jantan dan gamet betina (sexual). Perbedaan cara berkembang biak inilah yang menghasilkan bentuk coccolith yang berbeda.

2. Bentuk Nannofosil

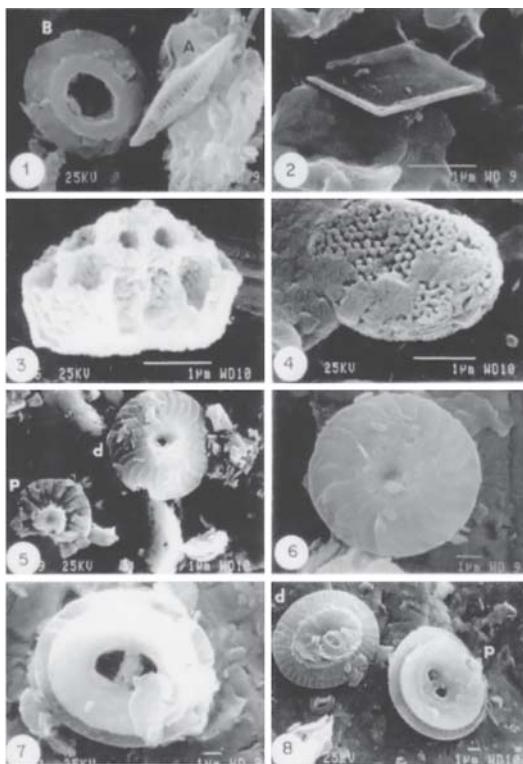
Pada proses kehidupannya, coccospHERE ini dapat terkena abrasi atau termakan oleh predator dan akhirnya mati dan terpecah menjadi individu-individu lempeng gampingan yang berukuran 2 - 25 μm .

Individu lempeng gampingan inilah yang disebut sebagai nannofosil. Berdasarkan Brown (1979) bentuk nannofosil dapat dibedakan menjadi 3 bentuk yaitu:

1. Coccolith, berbentuk lingkaran, cincin atau oval yang sederhana
2. Non coccolith, bentuk-bentuk teratur yang bervariasi seperti batang, bintang, bunga, tapal kuda, persegi dsb
3. Nannolith, bentuk yang tidak beraturan.

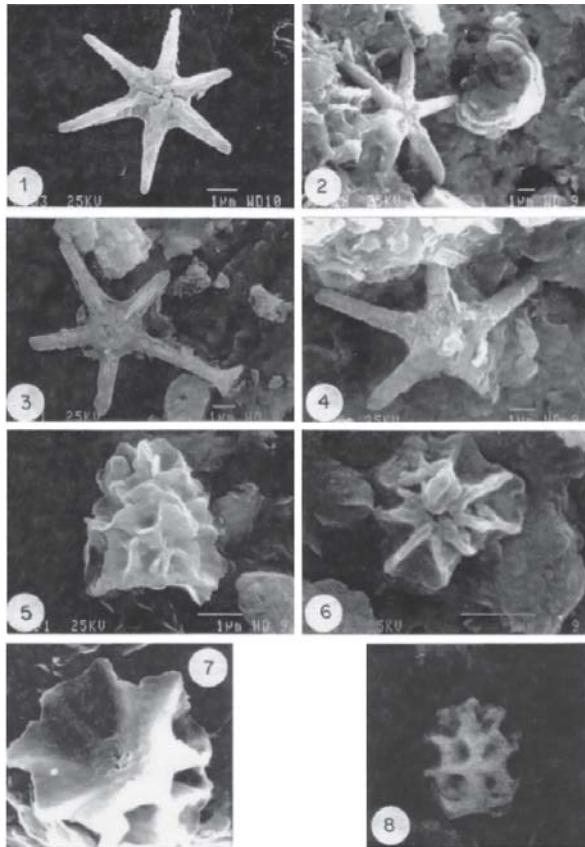
Karena ukurannya yang kecil, pengamatan nannofosil dilakukan dengan menggunakan mikroskop polarisasi perbesaran 1000X atau menggunakan *scanning electron microscope* (SEM). Berbagai bentuk nannofosil inilah yang diperkenalkan kepada mahasiswa yang mengambil matakuliah nannoplankton atau merupakan *chapter* dari mata kuliah mikropaleontologi.

Berbagai bentuk nannofossil dapat dikenali dengan mudah berdasarkan sifat optik dan bagian-bagian tubuh yang khas dari nannofosil itu sendiri. Berikut adalah beberapa contoh nannofosil yang dapat dikenali dengan mudah (Gambar 6, 7, 8 dan 9).



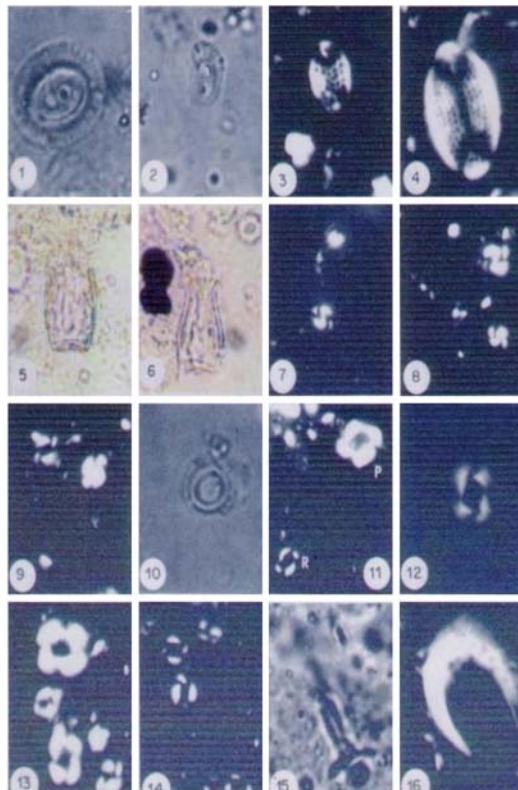
1. *Reticulofenestra* sp. dan *Anoplosolenia brasiliensis*;
2. *Anoplosolenia* sp.;
3. *Helladosphaera dalmatica*;
4. *Sphaerocalyptra papillifera*;
- 5 & 6. *Calcidiscus leptoporus*;
- 7 & 8. *Coccolithus pelagicus*.

Gambar 6. Bentuk coccolith pada pengamatan SEM



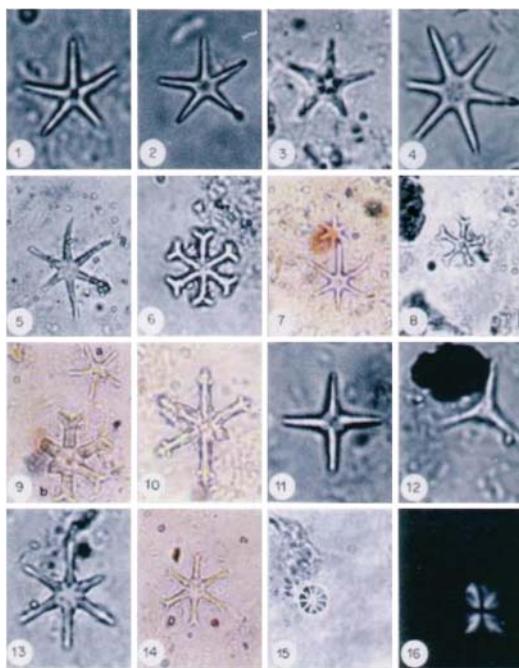
- 1 & 2. *Discoaster brouweri*;
3. *D. pentaradiatus*;
4. *D. quinqueramus*;
5. *Sphenolithus abies*;
6 & 7. *Sphenolithus sp.*;
8. *Sphenolithus neoabies*.

Gambar 7. Bentuk non coccolith pada SEM



1. *Coccolithus pelagicus*;
2. *Helicosphaera carteri*;
3. *Pontosphaera multipora*;
4. *Pontosphaera pacifica*;
5. *Schyphosphaera apsteinii*;
6. *Schyphosphaera pulcherrima*;
7. *Gephyrocapsa aperta*;
8. *G. ericsonii*;
9. *G. oceanica*;
10. & 11. *Pseudemiliania lacunose*;
12. *Reticulofenestra pseoumbilicus*;
13. *R. minutula*;
14. *R. minuta*;
15. *Rhabdosphaera stylifer*;

Gambar 8. Bentuk coccolith pada mikroskop polarisasi



- 1 & 2. *Discoaster asymmetricus*;
3. *D. berggrenii*;
4. *D. brouweri*;
5. *D. calcaris*;
6. *D. challenger*;
7. *D. neohamatus*;
8. *D. pentaradiatus*,
9. *D. variabilis*;
10. *D. surculus*;
11. *D. tamalis*;
12. *D. triradiatus*;
13. *D. tristellifer*;
14. *D. variabilis*;
15. *Hayaster perplexus*;
16. *Sphenolithus abies*.

Gambar 9. Bentuk non coccolith pada kenampakan mikroskop polarisasi.

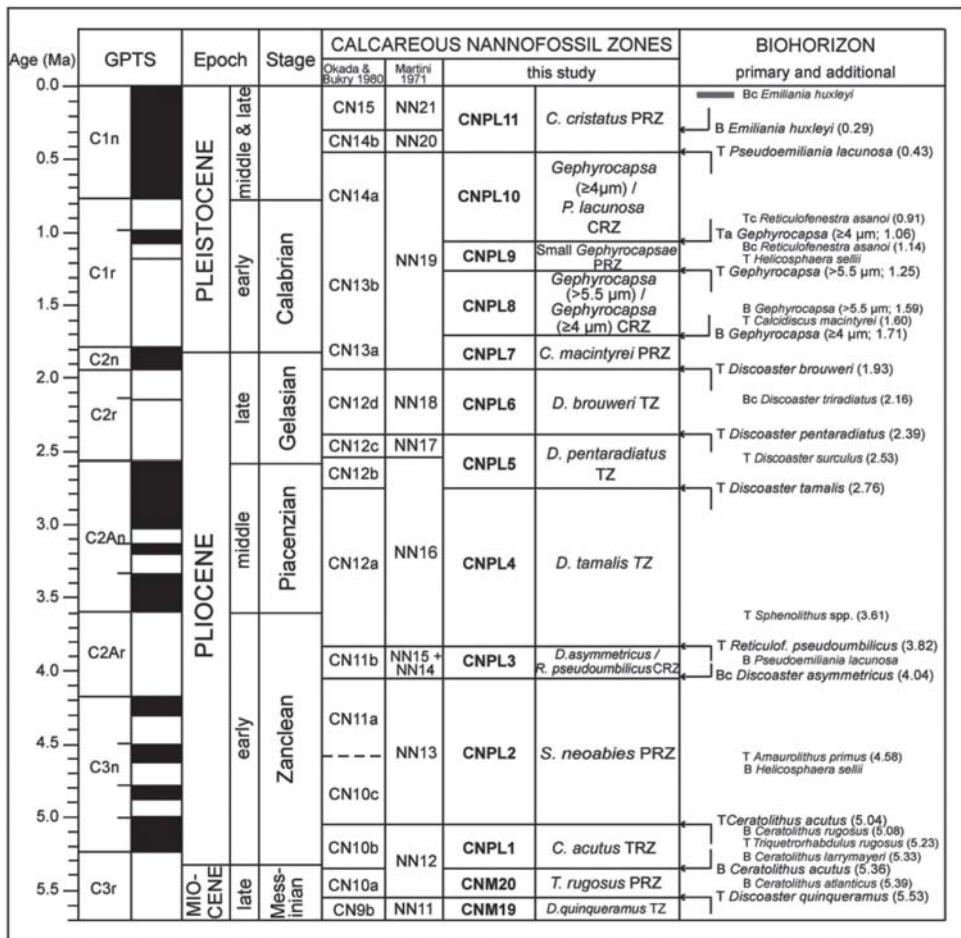
3. Biozonasi Nannofosil

Dalam analisis biostratigrafi, para peneliti sering menggunakan nannofosil untuk penentuan umur dan penafsiran lingkungan pengendapan. Selain mudah dan murah, penggunaan nannofosil mempunyai banyak keuntungan karena tersebar luas di semua endapan marin dalam jumlah yang berlimpah.

Biozonasi nannofosil di area lintang rendah (*low latittute*) dimulai oleh Martini (1971). Martini (1971) menggunakan notasi NP (*Nannofossil of Paleogene*), dibagi menjadi 25 zona, dan NN (*Nannofossil of Neogene*), dibagi atas 21 zona, yang kemudian dapat disebandingkan dengan biozonasi

foraminifera. Analisis biostratigrafi dari nanofosil menunjukkan biozonasi yang lebih detail yang dikenal sebagai “*high resolution biostratigraphy*”. Biozonasi nannofossil lainnya diusulkan oleh Okada dan Bukry (1980) menggunakan notasi CP (*Calcareous nannoplankton of Paleogene*), dibagi menjadi 29 zona, dan CN (*Calcareous nannoplankton of Neogene*), dibagi atas 15 zona. Kompilasi dan perbandingan kedua biozonasi tersebut dirangkum secara lengkap oleh Perch Nielsen (1985). Penyempurnaan biozonasi untuk Miosen - Pleistosen dilakukan oleh Backman dkk. (2012) dengan menggunakan hasil *dating* terbaru dan paleomagnet (Gambar 10). Notasi yang digunakan oleh Backman dkk. (2012) adalah CNM (*Calcareous Nannofossil Miocene*), dibagi atas 20 zona, dan CNP (*Calcareous Nannofossil Plio-Pleistocene*) yang dibagi atas 11 zona. Biozonasi yang lebih baru ini sesuai dengan fosil fosil yang tersebar di Indonesia dan sudah diaplikasikan di Cekungan Jawa Timur Utara (Kapid dkk., 2021).

Karena hidup secara planktonik, nannofosil tidak sensitif terhadap perubahan batimetri. Akan tetapi, nanofosil sensitif terhadap perubahan temperatur, salinitas, dan *nutrient*. Perubahan temperatur dapat diamati oleh perubahan total individu nanoplankton. Jumlah individu dan spesies nanoplankton akan meningkat ketika temperatur panas, sebaliknya akan turun ketika temperature turun (Kapid dkk., 2019; Wade dan Brown, 2006; Melinte, 2004).

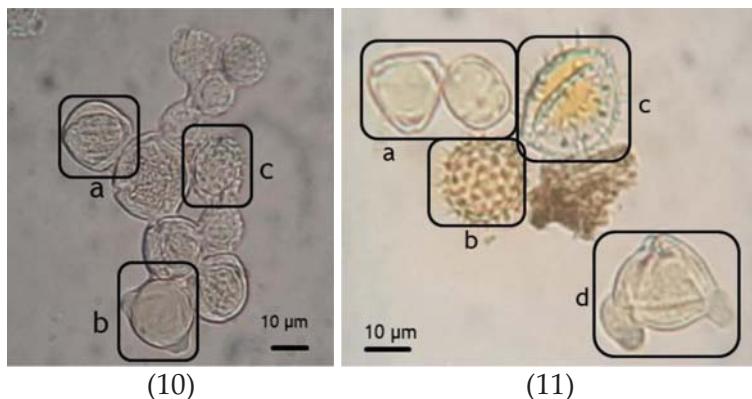


Gambar 10. Biozonasi nannofossil dengan menggunakan gabungan antara biostratigrafi, *dating*, dan paleomagnet pada Miosen - Pleistosen (Backman dkk., 2012).

Untuk salinitas, beberapa spesies nannofosil sensitif terhadap perubahan salinitas seperti *Helicosphaera carteri* dan *Umbilicosphaera jafari*. Peningkatan populasi dari *Helicosphaera carteri* menunjukkan lingkungan dengan salinitas rendah. Sebaliknya, peningkatan populasi dari *Umbilicosphaera jafari* menunjukkan lingkungan dengan salinitas tinggi. (Kapid dkk., 2019; Santoso dkk., 2014; Melinte, 2004).

Nannofosil juga sensitif terhadap perubahan nutrient. Kelimpahan nutrient atau pada lingkungan eutrofik, ukuran *Discoaster* akan mengecil dan meningkatnya populasi *Reticulofenestra* berukuran kecil. Sebaliknya, pada kondisi kurangnya nutrient, *Discoaster* akan membesar dan meningkatnya populasi *Reticulofenestra* berukuran besar (Imai dkk., 2015).

B. Polen / Palinologi



Gambar 11 dan 12. Hasil analisis melisopalinologi dari beberapa contoh madu di Jawa Barat yang digunakan untuk branding dan identifikasi adanya polen allergen [1] Sampel D-Bee's-2: (a) *Coffea*, (b) *Casuarina*, (c) *Asteraceae tubuliflorae*. [4] Sampel SM-1: (a) *Myrtaceae*, (b) *Asteraceae tubuliflorae*, (c) *Arecaceae (Arenga)*, (d) *Onagraceae* (Proborkumi dkk., 2020).

Pengenalan fosil polen kepada mahasiswa geologi ITB sangatlah penting. Mikrofosil ini dapat membantu kita memecahkan berbagai masalah geologi. Perkembangan terbaru pada palinologi adalah penggunaan polen secara sederhana untuk membuktikan keaslian madu serta mengetahui jenis tumbuhan penghasil nektar. Analisis polen dalam

madu ini tercakup dalam keilmuan palinologi yang disebut sebagai melisopalinologi. Analisis melisopalinologi paling banyak digunakan untuk mengidentifikasi polen allergen, sebagai informasi penting bagi konsumen madu, serta informasi mengenai tumbuhan penghasil nektar yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas madu budidaya (Gambar 10 dan 11)(Foto melisopalynologi dan lainnya).

a. Definisi Spora dan Polen

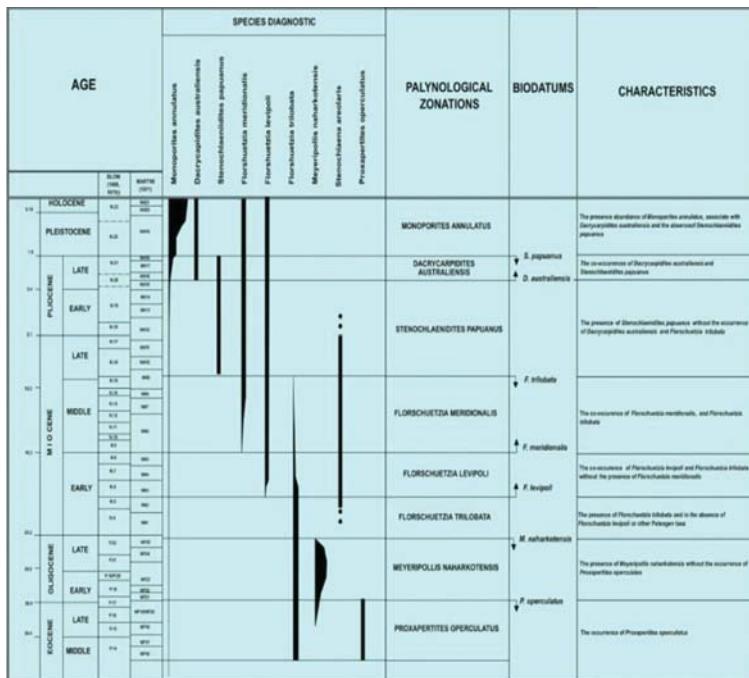
Spora dan polen yang berasal dari tumbuhan dapat terfosilkan. Cabang ilmu mikropaleontologi yang mempelajari hal tersebut disebut sebagai palinologi. Salah satu ahli palinologi yang menjadi penyusun biozonasi palinologi adalah guru dan kolega kami Alm. Dr. Ir. A.T. Rahardjo. Beliau yang banyak berperan untuk mengembangkan studi palinologi di Indonesia.

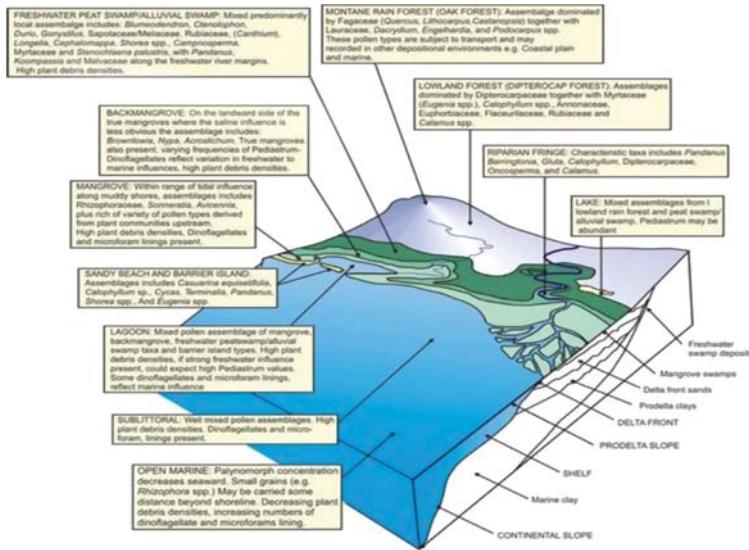
Fosil spora dan polen merupakan mikrofossil yang dapat digunakan untuk interpretasi sedimen yang diendapkan di darat, terutama sedimen klastik halus yang mengandung karbon. Fosil tersebut banyak ditemukan di sedimen darat berumur Kenozoikum yang mengisi cekungan - cekungan sedimen di Indonesia.

Penelitian mengenai biozonasi palinologi di Indonesia dimulai oleh Germeraad dkk. (1968) yang kemudian di modifikasi oleh Morley (1978). Penyusunan secara sistematis untuk biozonasi palinologi di Pulau Jawa bagian barat, dipublikasikan oleh Rahardjo dkk. (1994) yang masih diajukan hingga sekarang dan banyak juga diaplikasikan di daerah lain selain

Pulau Jawa (Gambar 12. diagram polen). Biozonasi palinologi masih belum detail, karena hanya membagi menjadi 8 zona, dari Eosen - Pleistosen, sehingga masih banyak kemungkinan dan peluang riset untuk mendetailkan hal tersebut.

Untuk lingkungan pengendapan, fosil spora dan polen dapat digunakan untuk membagi lingkungan darat - transisi dimana fosil lain tidak dapat hidup atau jarang ditemukan. Penentuan lingkungan pengendapan dengan spora dan polen menggunakan klasifikasi dari Hasseldonckx (1974). Hasseldonckx (1974) membagi lingkungan pengendapan berdasarkan analog tumbuhan moderen dengan yang telah menjadi fosil dalam sedimen (Gambar 13)





Gambar 14. Hubungan antara kumpulan vegetasi dengan lingkungan Haseldonckx (1974).

Secara garis besar, palinologi dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu : Palaeopalynology dan actuopalynology. Selain bermanfaat untuk menentukan umur dan lingkungan pengendapan sedimen, serta korelasi seperti yang dijabarkan di atas, masih banyak manfaat ilmu palinologi, khususnya *palaeopalynology* (yang secara khusus mempelajari fosil palinomorf), bagi geologi dan ilmu terkait lainnya. Salah satu yang banyak dilakukan di industri minyak dan gas bumi adalah sebagai alat untuk menganalisis jenis dan tingkat kematangan kerogen (Traverse, 1988; Tyson, 1993, 1995). Fosil polen dan spora yang ditemukan dalam rembesan minyak juga dapat digunakan untuk menelusuri jejak sistem petroleum aktif penghasil hidrokarbon tersebut (Jiang dkk., 2015). Disamping itu, sifat tumbuh-tumbuhan, khususnya tumbuhan yang berada di daerah

transisi dan mangrove, dapat dijadikan sebagai petunjuk perubahan muka laut, yang dapat digunakan dalam analisis stratigrafi sekuen (Van der Hammen, 1957; Poumot, 1989;). Keterdapatannya fosil polen dan spora di lapisan-lapisan batuan pembawa batubara juga dapat menjadi petunjuk umur dan geometri/kemenerusan lapisan batubara terkait dengan lingkungan pengendapannya.

Analisis palinologi juga dapat membantu dalam upaya konservasi dan restorasi lingkungan (*actuopalynology*), dengan memberikan data tumbuh-tumbuhan yang hidup di suatu daerah sebelum terjadi perubahan kondisi dan tata guna lahan. Dalam bidang geoarkeologi, palinologi juga dapat digunakan untuk melakukan analisis *palaeodiet* (Bryant dan Holloway, 1983; Bryant dan Hall, 1993), penggunaan api (dari analisis *micro charcoal*) (Proborukmi dkk., 2018), serta perkembangan kebudayaan manusia lainnya seperti pemakaman dengan menggunakan bunga-bunga aromatis (Nadel dkk., 2013), produksi anggur (ditemukannya polen *Vitis* di sekitar artefak) (Maghradze dkk., 2016) serta budaya bercocok tanam, beternak dan menggembala yang ditunjukkan dengan adanya polen dari tumbuh-tumbuhan budidaya, hama, pakan ternak serta spora jamur yang sering dijumpai pada kotoran hewan (Florenzano, 2019). Masih banyak kegunaan palinologi lain yang dapat lebih digali dan dikembangkan walau peminat ilmu ini masih sedikit. Oleh sebab itu, tantangan terbesar adalah diperlukan adanya regenerasi secara cepat dan sistematis di bidang keilmuan ini, mengingat

perkembangannya yang sangat dinamis dan pesat, khususnya terkait peran palinologi dalam mengidentifikasi variasi iklim (Proborukmi dkk., 2017; Grube dkk., 2019) dan kondisi lingkungan di masa lalu (Beug, 2005).

C. Foraminifera kecil

Foraminifera adalah organisme akuatik yang hampir seluruhnya hidup di laut, uniseluler, mempunyai satu/lebih kamar-kamar yang terpisah satu dan lainnya oleh sekat-sekat (septa) (Sabbatini dkk., 2014). Secara taksonomi, foraminifera dapat diklasifikasikan dalam:

- Kingdom: Protista
- Filum: Protozoa
- Kelas: Rhizopoda
- Ordo: Foraminifera

Foraminifera merupakan indikator yang baik untuk umur dan lingkungan pada sedimen yang diendapkan di lingkungan laut. Foraminifera yang dapat digunakan untuk kontrol umur adalah foraminifera planktonik, sedangkan untuk indikator perubahan lingkungan menggunakan foraminifera bentonik. Perbedaan antara foraminifera planktonik dan bentonik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.

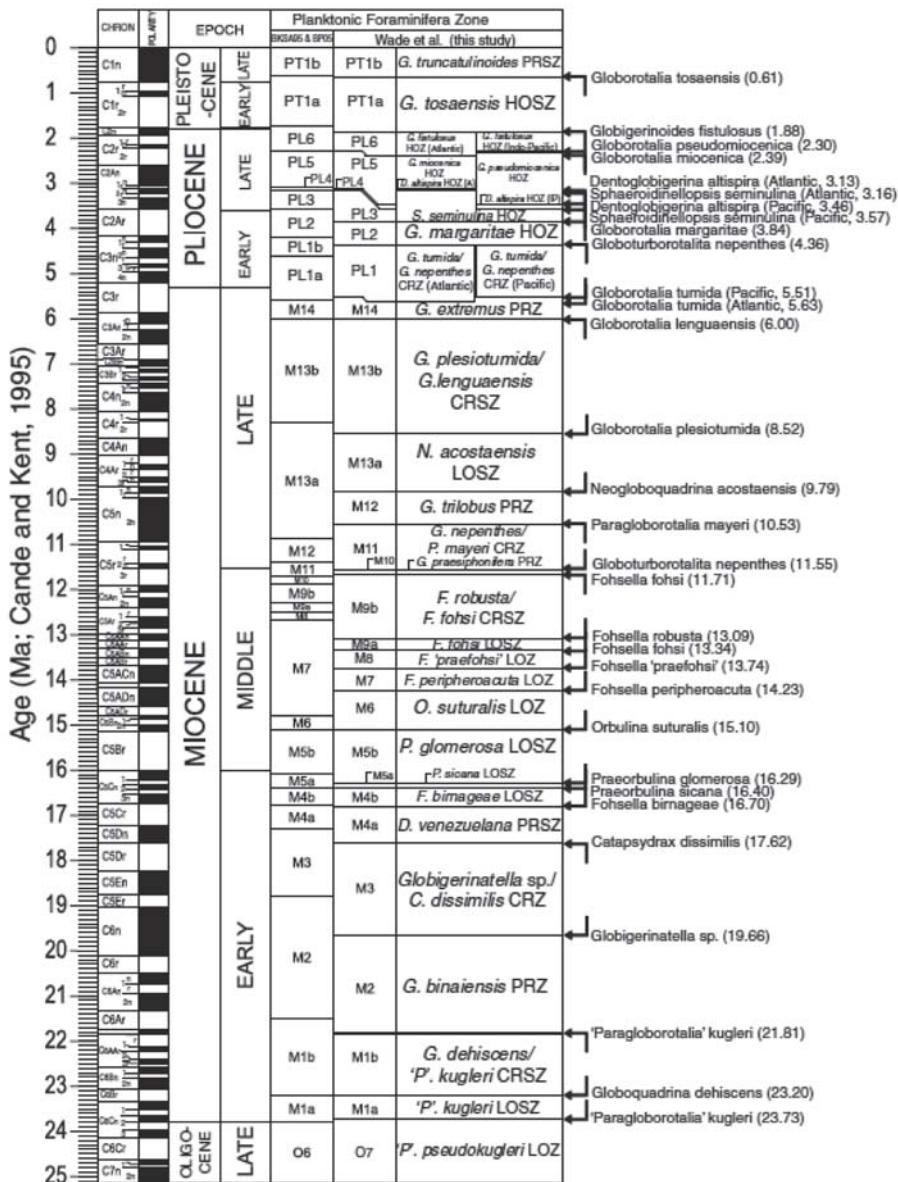
Foraminifera Planktonik	Foraminifera Bentonik
Cara hidup planktonis/ pelagis	Cara hidup bentonik
Cangkang aerodinamis	Bentuk cangkang sangat bervariasi

Foraminifera Planktonik	Foraminifera Bentonik
Kurang peka terhadap perubahan lingkungan	Sangat peka terhadap perubahan lingkungan
Jumlah spesies sedikit sedangkan jumlah individu sangat banyak	Jumlah spesies sangat banyak, jumlah individu sedikit
Penyebaran lateral luas/kosmopolitan	Penyebaran terbatas
Kegunaan: indikator umur, korelasi inter regional	Kegunaan : indikator lingkungan, Foraminifera besar dapat digunakan untuk umur dan lingkungan

Perkembangan penyusunan biozonasi untuk foraminifera banyak dilakukan di Indonesia. Hal ini bersamaan dengan gencarnya eksplorasi migas di era 1930 - 1970 an sehingga kebutuhan untuk analisis mikrofosil semakin meningkat. Sejarah perkembangan penyusunan biozonasi berdasarkan sampel - sampel yang dianalisis di Indonesia telah dirangkum oleh van Gorsel dkk. (2014).

Penyelidikan foraminifera sebagai batas umur yang akurat di Indonesia pertama kali dilakukan oleh Koch (1926). Koch (1926) mengajukan batas Oligosen Akhir - Miosen Awal menggunakan *Globigerina tripartita* dan *Globigerina binaiensis* yang diambil dari NE Kalimantan. Setelah itu, Le Roy (1948 & 1952) menggunakan *Orbulina universa* sebagai batas antara Miosen Awal - Miosen Tengah menggunakan sampel yang diambil dari Formasi Telisa Atas. Untuk Jawa Timur Utara, Bolli (1966) melakukan analisis terhadap sumur Bojonegoro-1 yang menyusun biozonasi untuk Miosen - Pliosen. Kemudian, studi foraminiferan dan kaitannya dengan litostratigrafi dan biostratigrafi

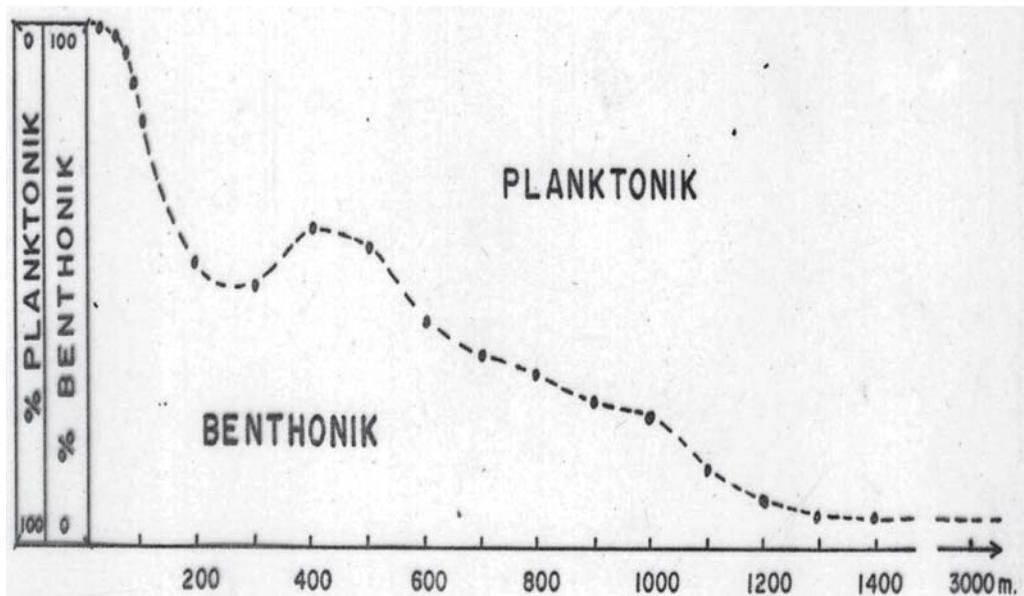
secara regional di Jawa Timur Utara dilakukan oleh Pringgoprawiro (1983).



Gambar 15. Kombinasi biozonasi foraminifera dengan data dating dan paleomagnet Oligosen Akhir - Pleistosen (Wade dkk., 2011).

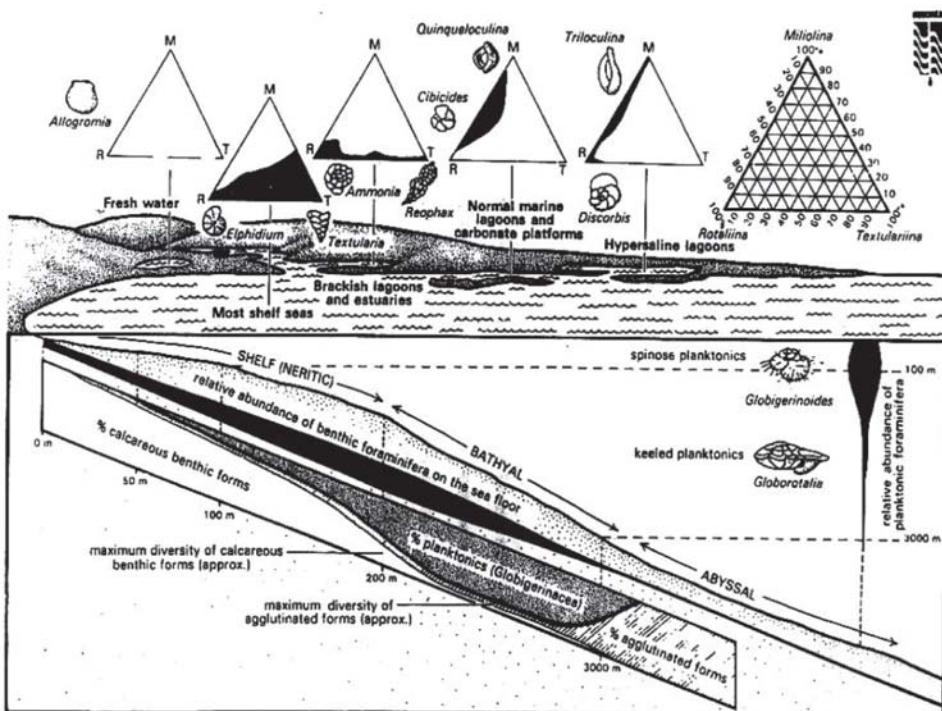
Penyusunan biozonasi secara komplit dilakukan oleh Blow (1969) dengan menggunakan notasi P (Paleogene; dibagi atas 20 zona) dan N (Neogene; dibagi atas 23 zona). Modifikasi dan detail foraminifera untuk daerah low latitude (Indonesia berada di area ini) disusun oleh Bolli dan Saunders (1985). Rangkuman biozonasi foraminifera dan gabungan dengan data *dating*, paleomagnet dan isotop disusun oleh Wade dkk. (2011) (Gambar 15).

Untuk analisis lingkungan pengendapan, Grimsdale dan van Morkhoven (1955) menginisiasi studi untuk interpretasi batimetri menggunakan perbandingan foraminifera planktonik dengan total foraminifera (foraminifera planktonik + foraminifera bentonik) yang dikenal dengan *pelagic ratio* (Gambar 16).



Gambar 16. Pelagik rasio dari Grimsdale dan van Morkhoven (1955)

Sampel yang digunakan diambil pada area laut terbuka di Gulf of Mexico. Penelitian berikutnya dari Brasier (1980) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara tipe dinding dengan batimetri (Gambar 17).



Gambar 17. Perubahan jenis dinding foraminifera berdasarkan kedalaman batimetri, Brasier (1980)

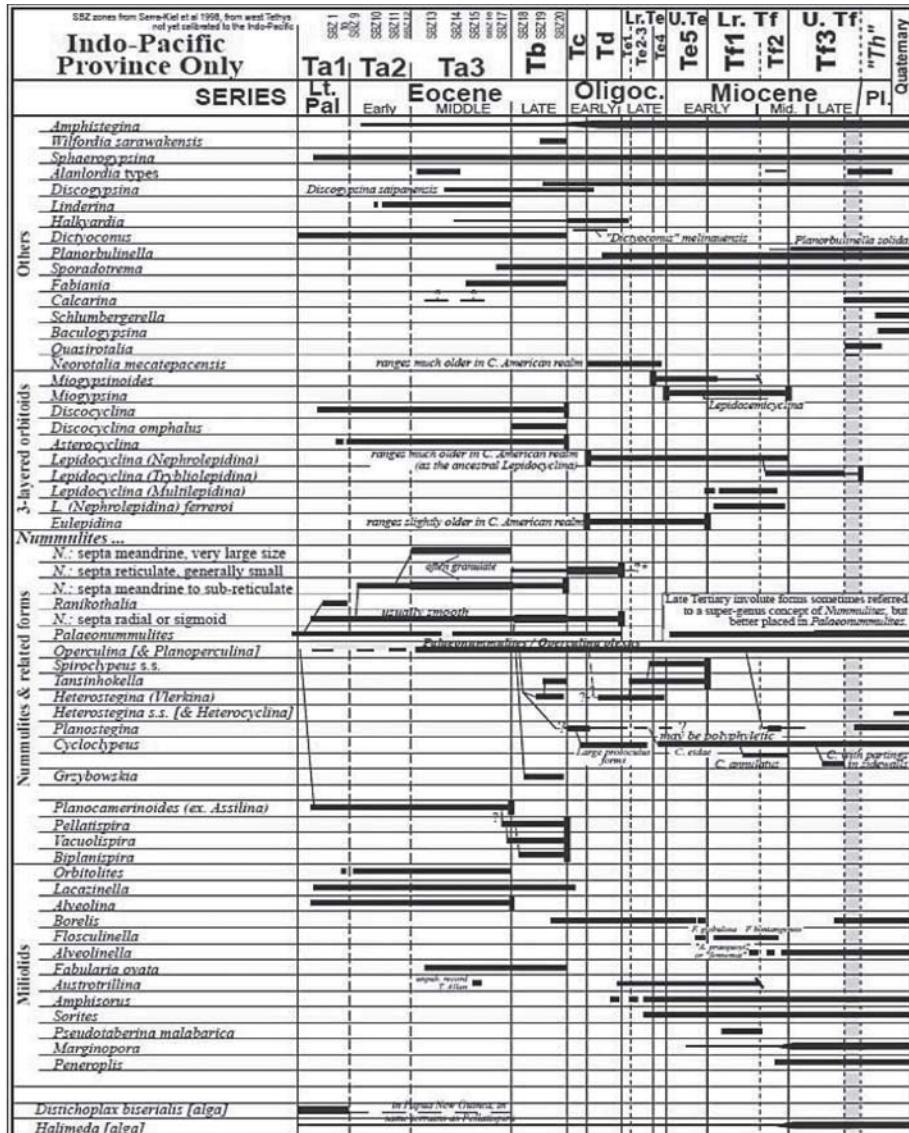
Foramifera bentonik dengan cangkang dari bahan gampingan akan melimpah di laut dangkal, sedangkan foraminifera bentonik dengan cangkang agglutinin (dari pasir atau material lain) akan menempati batimetri yang lebih dalam. Hal ini selain dikontrol oleh tekanan, juga dikontrol oleh kehadiran zona *Calcium Compensation Depth* (CCD). Zona *Calcium Compensation Depth* (CCD) adalah batas ketika calcium dapat larut

pada suatu kedalaman laut. Sedangkan pada zona tersebut pembentukan kalsium semakin berkurang (Bramlette, 1961). Robertson Research (1985) mengumpulkan sampel sampel yang terdapat di Asia Tenggara dan menyusun kumpulan foraminifera bentonik berdasarkan batimetri. Beberapa spesies yang ditandai sebagai indikator lingkungan adalah *Bolivina robusta* (100 - 300 m), *Bulimina marginata* (20 - 100m), *Bulimina striata* (100 - 200m), *Cassidulina cassinata* (750m), *Cassidulina subglobosa* (20 - 100 m), *Nodosaria sp.* (20 - 100m), *Nodosaria vertebralis* (20 - 100m), *Operculina* spp. (20 - 100m), *Pullenia bulloides* (200 - 1000m), dan *Pullenia quinqueloba* (100 - 200m).

D. Foraminifera besar

Foraminifera besar merupakan bagian dari foraminifera bentonik yang memiliki ukuran 2 - 5 mm. Fosil foraminifera besar banyak ditemukan di batugamping. Untuk mengamati dan mendeskripsi fosilnya, perlu dipreparasi dengan sayatan tipis dan diamati di bawah mikroskop untuk melihat kamar vertikal, kamar horizontal, dan ornamennya. Sampai saat ini, foraminifera besar menjadi alat yang sangat baik untuk menentukan umur dan lingkungan pengendapan dari batugamping, dimana organisme lain mengalami limitasi oleh proses klasifikasi di batugamping.

Pengamatan foraminifera besar di Indonesia diawali oleh Verbeek (1871) yang melaporkan deskripsi *Nummulites* sp. berumur Eosen dari SE



Gambar 18. Biozonasi foraminifera besar menggunakan klasifikasi huruf untuk Eosen - Holosen. (Lunt, 2013)

Kalimantan. Setelah itu, banyak ahli seperti van der Vlerk dan Umbgrove (1927) dan pionir mikropaleontologi Indonesia, yaitu Tan Sin Hok (1932). van Der Vlerk dan Umbgrove (1927) menjadi penyusun biozonasi

foraminifera besar dengan kode T (Ta - Th) yang dikenal sebagai klasifikasi huruf "*letter classification*". Biozonasi dari van der Vlerk dan Umbgrove (1927) disempurnakan oleh Adams (1984) dengan menggabungkan hasil pengamatan foraminifera besar dan umur absolut dari *dating* strontium. Penyempurnaan berikutnya dilakukan oleh Lunt (2013) dengan mengkompilasi foraminifera besar indeks, hasil *dating*, dan skala waktu geologi (Gambar 18).

III. APLIKASI MIKROPALEONTOLOGI

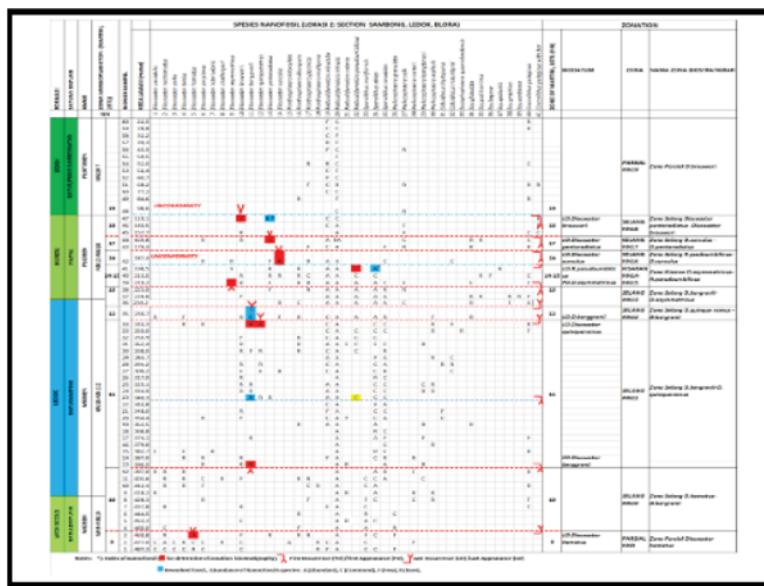
Pada awal 1960-an, ilmu mikropaleontologi berkembang pesat seiring dengan aplikasinya di dalam eksplorasi migas. Penggunaan dalam eksplorasi migas pada awalnya hanya untuk menentukan umur dan lingkungan pengendapan saja. Aplikasi dalam dunia migas semakin berkembang dengan pemanfaat mikropaleontologi untuk korelasi sekuen stratigrafi dan pemodelan cekungan.

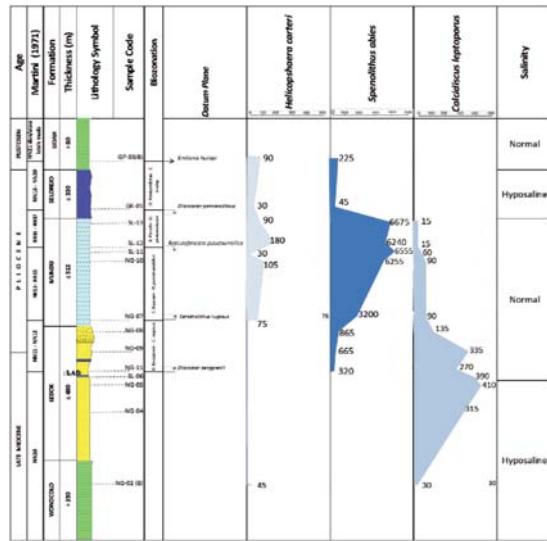
Aplikasi di bidang selain migas juga sudah banyak dikembangkan. Hal ini menyangkut sensitifitas mikrofosil terhadap parameter perubahan ekologi seperti salinitas, temperatur, *nutrient*, dan kedalaman. Berikut pembahasan secara detail mengenai aplikasi aplikasi ilmu mikropaleontologi:

a. Penentuan umur dan lingkungan pengendapan.

Penetuan umur dan lingkungan pengendapan merupakan aplikasi

utama dari ilmu mikropaleontologi. Sebagai contoh penggunaan mikrofosil untuk penentuan umur dan lingkungan pengendapan telah diterapkan oleh mahasiswa S3 bimbingan saya dicekungan Jawa Timur utara (Gambar 19).





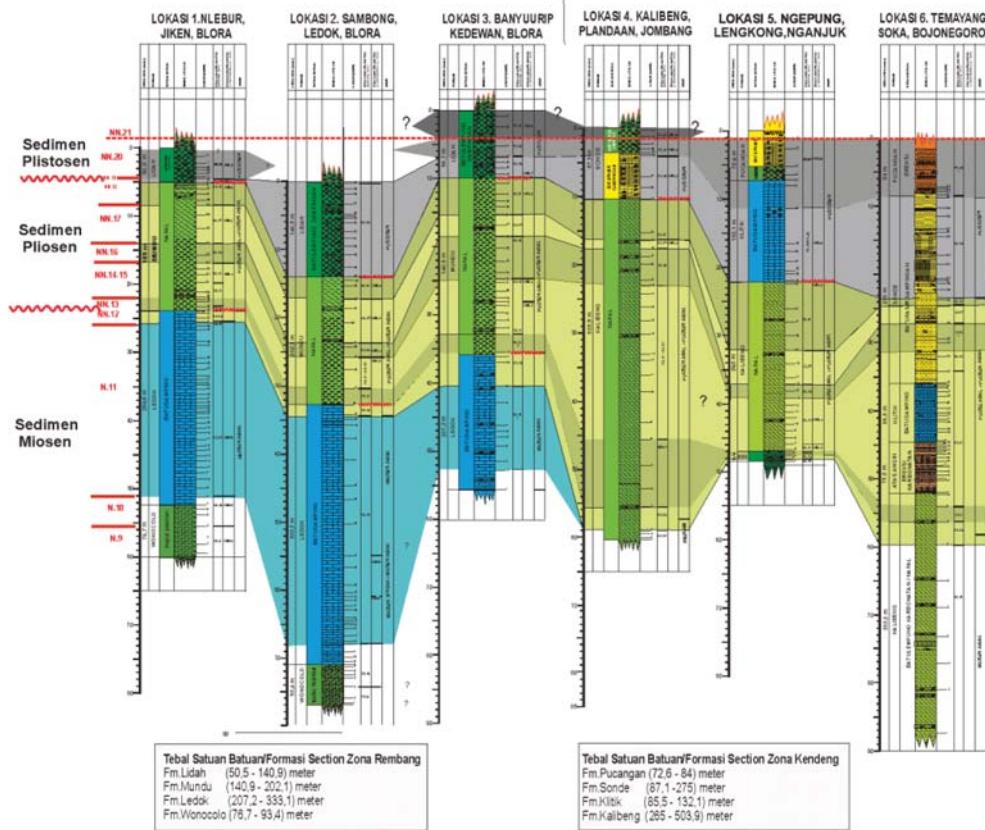
Gambar 20. Perubahan populasi *Spenolithus abies*, *Helicosphaera carteri*, dan *Calcidiscus leptoporus* pada lintasan Sungai Nggaber dan Sungai Tambar, Blora (Santoso, et al., 2017).

b. Korelasi reservoir

Korelasi reservoir didasarkan atas kesamaan waktu yang dapat ditentukan secara lebih tepat dengan bantuan mikrofosil. Setiap sampel yang dianalisis tentu akan diketahui umurnya dan dapat dikorelasikan dengan sampel yang diambil dari sumur lain. Contoh korelasi reservoir dapat dilihat pada Gambar 21.

KORELASI ZONA BIOSTRATIGRAFI ZONA REMBANG

ZONA KENDENG

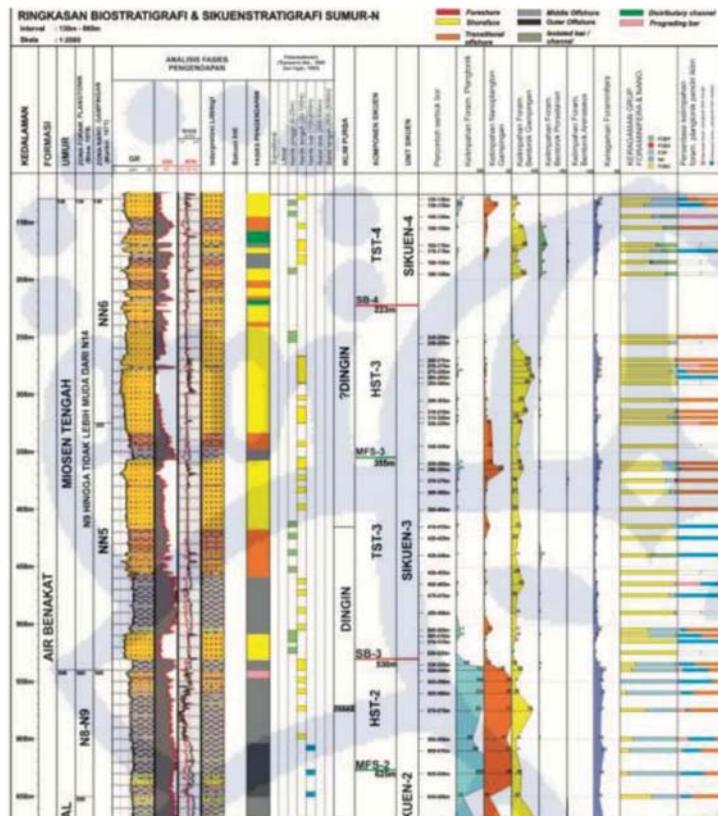


Gambar 21. Korelasi biostratigrafi cekungan Jawa Timur Utara (Choiriah, 2021)

c. Paleoklimat

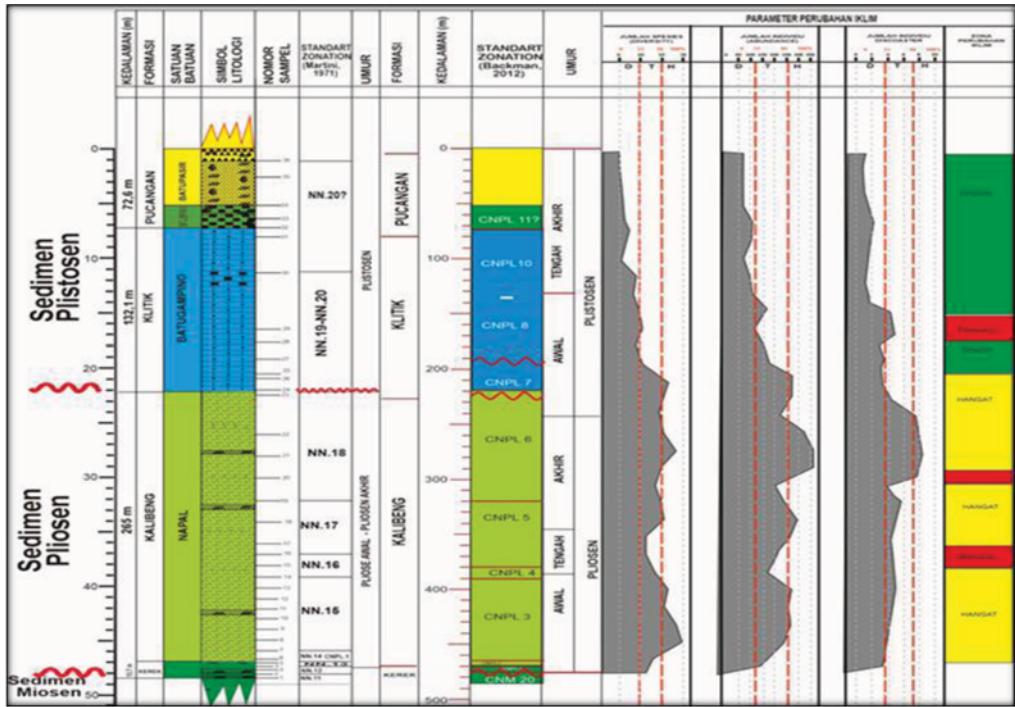
Perubahan populasi mikrofosil merupakan parameter yang sensitif untuk perubahan sekuen. Ketika populasi foraminifera planktonik meningkat dan foraminifera bentonik turun, hal ini berarti muka laut naik dan berimpit dengan *maximum flooding surface* (MFS) dalam sekuen stratigrafi. Sebaliknya, ketika populasi foraminifera planktonik turun dan foraminifera bentonik meningkat, hal ini berarti muka laut turun dan

berimpit dengan *sequence boundary* (SB) (Gambar 22). Selain itu, banyaknya ditemukan rework fosil dapat menjadi indikator erosi besar yang berkaitan dengan ketidakselarasan (*unconformity*).



Gambar 22. Interpretasi sekuen stratigrafi dengan menggunakan kombinasi data sumur dan biostratigrafi (Rahmat, 2014).

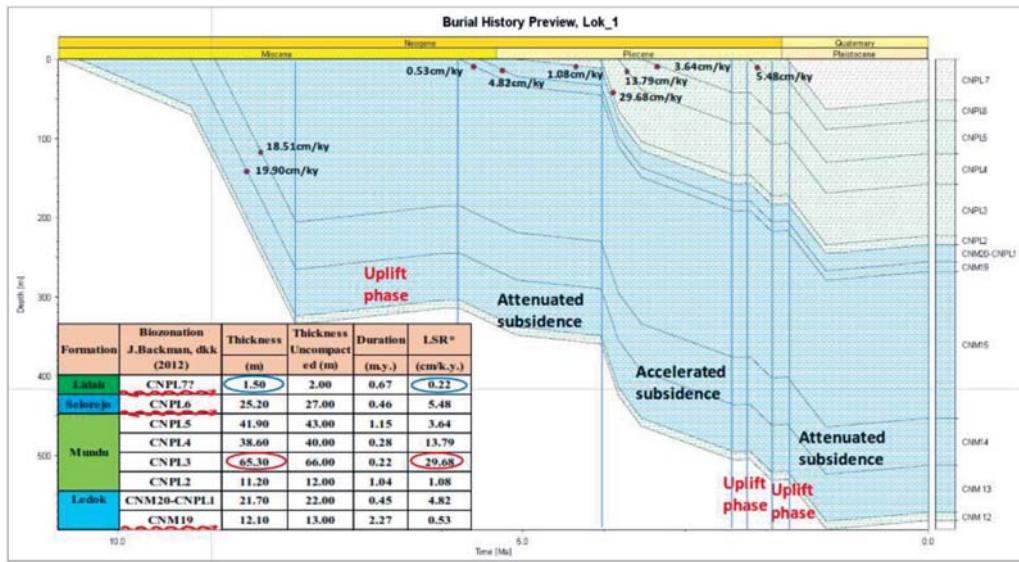
Batas - batas yang diberikan oleh mikrofosil berimpit dan memberikan interpretasi sekuen yang lebih detail dibandingkan dengan pendekatan seismik. Oleh karena itu, kombinasi data mikrofosil, data sumuran, dan seismik dapat memberikan kemenerusan sekuen yang akurat dan pemetaan reservoir yang lebih baik (Gambar 23).



Gambar 23. Biostratigrafi dan Perubahan Iklim di Lokasi-5. Lengkong, Nganjuk
(Choiriah, 2021)

d. Pemodelan Cekungan.

Dalam pemodelan cekungan, parameter umur, lingkungan, dan erosi menjadi hal penting. Input ini dapat diberikan dari interpretasi mikropaleontologi. Selain itu, laju sedimentasi dari sebuah cekungan dapat ditentukan dengan menggunakan data mikrofossil. Contoh aplikasi penggunaan mikrofossil untuk pemodelan cekungan dapat dilihat pada Gambar 24.



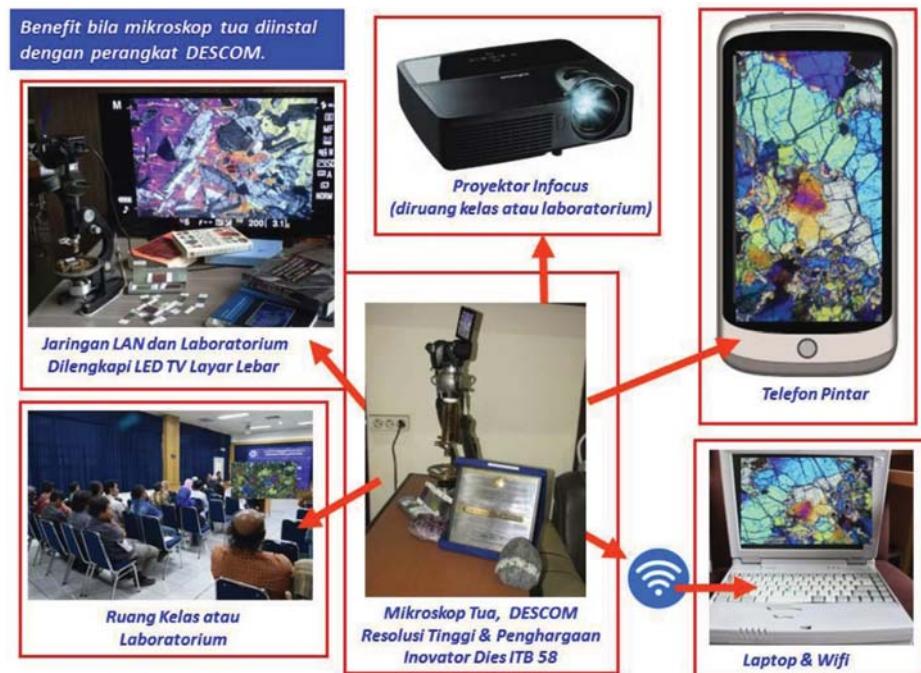
Gambar 23. Kurva model burial history Lokasi-1(Choiriah, 2021)

IV. PENGAJARAN MASA DEPAN

Berkaca pada pengalaman masa pandemic yang lalu, pengajaran untuk pengenalan mikrofosil sangat terkendala dengan tidak adanya pengajaran tatap muka. Semua dilakukan secara *online*. Sulit membayangkan bentuk mikrofosil yang belum pernah kita melihat bagian-bagiannya. Pengajaran secara teoritis bisa berjalan dengan baik, tetapi pengenalan mikrofosil secara langsung tidak dapat dilakukan. Berbagai cara diusahakan untuk mengajarkan kepada mahasiswa tentang bagaimana kita mengenali mikrofosil tersebut.

Terbersit kemudahan yang didapat bila kita dapat melakukan pengajaran pengenalan dengan metoda metaverse, dimana semua bentuk mikrofosil dibuat secara tiga dimensi dan dapat diproyeksikan ke layar

yang dapat dilihat oleh dosen dan mahasiswa. Suatu hal yang tak dapat dihindari, suatu saat pengenalan mikrofossil dapat dilakukan dengan mempergunakan aplikasi yang dapat diinstal di mikroskop atau HP sehingga dapat dengan mudah dipergunakan (Gambar 25).



Gambar 24. Pengajaran microfossil jarak jauh (Komunikasi lisan Subandrio, 2022)

Kerjasama untuk mewujudkan pengajaran dengan cara tersebut sangat terbuka luas untuk semua ahli yang berminat.

V. KESIMPULAN

Mikrofossil dapat dipergunakan dengan mudah dalam analisis

biostratigrafi. Keberadaannya yang melimpah pada batuan sedimen membuat penggunaan mikrofosil ini menjadi lebih murah pada penentuan umur batuan maupun penafsiran lingkungan pengendapan.

Banyak mikrofosil lain yang belum dibahas, seperti ostracoda, dinoflagellata, radiolaria, dan diatom. Ahli yang menekuni mikrofosil tersebut masih sedikit, sehingga peluang kita untuk riset lebih lanjut masih terbuka, terutama yang berkaitan dengan aplikasi industri. Sebagai contoh, korelasi umur pada lapangan - lapangan migas di Australia menggunakan biozonasi dinoflagellata dan radiolaria. Semoga ke depannya kita mampu meneliti mikrofosil - mikrofosil lainnya.

VI. PENUTUP

Ilmu mikropaleontologi telah melalui perjalanan panjang dalam perkembangannya. Di Indonesia, ilmu ini banyak diaplikasikan dalam eksplorasi migas. Aplikasi di bidang lain masih menjadi peluang untuk diteliti lebih lanjut. Menjadi tanggung jawab kami juga tentunya untuk selalu mengkader dan menyiapkan penerus karena ilmu ini menjadi semakin jarang untuk diminati. Terima kasih atas segala dukungan bapak dan ibu, semoga presentasi ini bermanfaat untuk kita semua.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Selanjutnya ucapan terima kasih yang tiada hingga saya sampaikan

kepada, kedua orang tua dan mertua saya yang saya cintai yang telah tiada namun doa dan harapan beliau menjadi pemicu semangat saya hingga kini. Juga kepada Alm. Ibu Marfuah dan Bapak Sujana orang yang ikut membiayai sekolah saya sejak SMA.

Guru-guru saya yang telah mendidik dan mentransfer ilmu pengetahuan yang sangat berguna untuk keberlangsungan kehidupan yang lebih baik, Prof. Harsono Pringgoprawiro, Prof. R.P. Koesoemadinata, Prof. Yahdi Zaim, Prof. Emmy Suparka, Prof. Sudarto Notosiswoyo, Prof. Irwandi Arief dan Prof. Nana Sulaksana serta Prof. Mimin Karmini serta Prof. M. Roux dr Universite de Reims Champagne Ardenne, France dan rekan-rekan dosen, khususnya di lingkungan Fakultas Teknik Geologi ITB, Dr. Maria Sekar, Prof. Dr. Aswan, Prof. Dr. Yan Rizal, Dr. Khairil Anwar Maryunani, Dr. Rinaldi Fifariz, Dr. Mika Rizky Puspaningrum, Rifky Ghifari ST., Wahyu Dwijo Santoso, ST.,MT, Nisrina B. Kesuma, Nadila Novandaru yang di tengah kesibukan tridarmanya berkesempatan meluangkan waktu berbagi pengalaman dan pengetahuan.

Kepada Rektor dan Wakil Rektor ITB, Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian, Dr. Irwan Meilano, Agus M. Ramdhan Ph.D., dan Dr. Mutiara Putri; teman-teman peneliti, khususnya di lingkungan Badan Geologi, Ibu Kresna Tri Dewi, MSc., Mas Yudi Darlan, Mas Unggul P. Wibowo, dsb., serta di perguruan tinggi lain yang sangat peduli terhadap pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di

bidang paleontologi, Dr. Ali Jambak dari Trisakti, Dr. Teti Sachrulyati Unpak, Dr. S.U. Choiriah , Dr. C. Prasetyadi, Dr. Dwi Fitri Yudiantoro dari UPN; Prof. Vijaya Isnaniawardhani dan Prof. Ildrem Syafri dari Unpad, serta kawan-kawan Tendik, Bpk. Suparyadi dan Bpk. Andys Ramdani serta Sdr. Tedy Dermawan, yang dengan dedikasi dan kegembiraannya bekerjasama melaksanakan tugas-tugasnya dengan sangat baik; tak terlupakan, istri saya tercinta Ampuh Puan Nandini, ketiga anakku Anjani Artie Billy, Bella Verita Newlander dan Camar Remoa; menantuku Billy P. Taufik, Shawn M. Newlander dan Nesya Fitriyanti Agustini, serta cucu-cucuku yang lucu dan cantik (Bunga Syabnam dan Bintang Claire), dan seluruh keluarga saya yang saya cintai yang telah memberikan dukungan, pengertian dan kesabaran; tidak terlupakan, kawan-kawan alumni Teknik Geologi ITB (Gea +/- 75) yang telah berbagi pengalaman praktisnya di industri dan menyapa setiap pagi. Salam sehat semuanya

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, C. G., 1984, *Neogene larger foraminifera, evolutionary and geologically events in the context of datum plane*, in Ikebe, N., Tsuchi, R., eds., Pacific Neogene Datum Planes, 47 - 67.
- Backman,J., Raffi, I., Rio, D., Fornaciary, D., and Palike, H., 2012, *Biozonation and biochronology of Miocene through Pleistocene calcareous nannofossils from low and middle latitudes*, Newsletter on Stratigraphy.

Blow, W. H., 1969, *Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy*, 1st Intern. Conf. Plankt. Microfossils Proc., Geneva, 1967. 199-421.

Bolli H.M., and Saunders J.B., 1985, *Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera*, in Bolli H.M., Saunders J.B., and Perch Nielsen, 1985, Plankton Stratigraphy.

Bolli, H. M., 1966. *The planktonic foraminifera in well Bodjonegoro-1 of Java*. Eclogae Geologicae Helvetiae. 59(1): 449-465.

Bramlette, M.N., 1961. *Pelagic sediments*. In Sears, M. (ed.), Oceanography. Publications of the American Association for the Advancement of Science, 67, pp. 345-366.

Brasier, M.D., 1980, *Microfossils*, 2nd Edition, Blackwell Publishing.

Germeraad, J.H., Hooping, C.A., Muller, J., 1968, *Palynology of tertiary sediments from tropical areas*, Review of Palaeobotany and Palynology, vol. 6.

Grimsdale, T.F., and van Morkhoven, F.P.C.M., 1955, *The Ratio between Pelagic & Benthonic Foraminifera as a Means of Estimating Depth of Deposition of Sedimentary Rocks*, Proceedings of the 4th World Petroleum Congress (Rome) Section 1/D4, Rome, 1955, pp. 473-491.

Hasseldockx, P. 1974. A Palynological Interpretation of Paleoenvirontment in Southeast Asia, Robertson Research, Singapore.

Imai, R., M. Farida, T. Sato, and Y. Iryu. 2015, *Evidence for eutrophication in*

the northwestern Pacific and eastern Indian oceans during the Miocene to Pleistocene based on the nannofossil accumulation rate, Discoaster abundance, and coccolith size distribution to Reticulofenestra. Marine Micropaleontology, 116, p. 15-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marmicro.2015.01.001>.

Kapid, R., Santoso, W.D., Insani, H., 2021, *Quaternary Nannoplankton in North East Java Basin*, Milestone of Palaeontology and Quaternary Geology in Indonesia, A Conference in Honour of The Retirement of Prof. Yahdi Zaim.

Kapid, R., Santoso, W.D., Ikhsan, B., Jambak, M.A., Irawan, D.E., 2019, *The Mid Miocene Climatic Optimum (MMCO) Indication at Low Latitude Sediment Case Study: The Miocene Cibulakan Formation, Bogor Basin, Indonesia*, International Journal on Advance Science, Engineering, Information Technology, vol. 9 No.2.

Koch, R.E., 1926, *Mitteltertiäre Foraminiferen aus Bulongan, Ost-Borneo. Eclogae Geologicae Helvetiae*. 19(3): 722-759.

Lambert, B., and Laporte - Galaa, C., 2005, Discoaster zonation of the Miocene of the Kutei Basin, East Kalimantan, Indonesia (Mahakam Delta Offshore), Carnets de Geologie.

Le Roy, L.W., 1952, *Orbulina universa d'Orbigny in central Sumatra*, Journal of Paleontology, v. 26, p. 576-584.

Le Roy, L.W., 1948, *The foraminifer Orbulina universa d'Orbigny, a suggested*

- middle Tertiary time indicator*, Journal of Paleontology, v. 22, p. 500-508.
- Lunt, P., 2013, *Foraminiferal micropalaeontology in SE Asia* In: A.J. Bowden et al. (eds.) Landmarks in foraminiferal micropalaeontology: history and development, The Micropalaeontological Society, Spec. Publ. 6, Geol. Soc. London, p. 193-206.
- Martini, E., 1971. *Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation*. In: Farinacci, A. (Ed.), Proceedings 2nd International Conference Planktonic Microfossils Roma: Rome (Ed. Tecnosc.) 2, 739-785.
- Melinte, C. M., 2004, *Calcareous Nannoplankton, A Tool to Assign Environmental Changes*, GeoEcoMar. Bucharest, Rumania, url: <http://geoecomar.ro/website/publicatii/Nr.9-10-2004/21.pdf>.
- Morley, R.J., 1978, *Palynology of Tertiary and Quaternary sediments in Southeast Asia*. Proc. 6th Ann. Conv. Indon. Petrol. Assoc. 1, p. 255-276.
- Okada, H. and Bukry, D., 1980, *Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975)*, Mar. Micropaleontol., 5: 321-325.
- Perch Nielsen, 1985, *Cenozoic, calcareous nannofossils, in Plankton Stratigraphy*, Cambridge university press.
- Pringgoprawiro, H., dan Kapid, R., 2000, *Foraminifera Pengenalan Mikrofosil dan Aplikasi Biostratigrafi*, Penerbit ITB.
- Pringgoprawiro, H., 1983, *Biostratigrafi, dan Peleogeografi Cekungan Jawa*

Timur Utara: Suatu Pendekatan Baru, Disertasi doktor ITB, tidak dipublikasikan.

Rahardjo, A. T., Polhaupessy, A. A., Wiyono, S., Nugrahaningsih, L. and Lelono, E. B., 1994. *Zonasi Polen Tersier Pulau Jawa*. Proc. IAGI, 23 rd Annual Convention.

Rahmat, G., 2014, *Biostratigrafi dan sikuen stratigrafi pada Sumur M,N, dan O di Lapangan Migas Tempino, Sub Cekungan Jambi*, Tesis magister ITB, tidak dipublikasikan.

Robertson Research, 1985, *Benthonic Foraminiferal Age Zonation and Environment of Deposition*. Lecture 3., Hal.33.

Sabbatini, A. Morigi, C., Nardelli, M.P., Negri, A., 2014, *Foraminifera*, Chapter 13, Springer science.

Santoso, W. D.; Insani, H.; Kapid, R., 2014, *Paleosalinity condition on Late Miocene - Pleistocene in the North East Java Basin, Indonesia based on nannoplankton population changes*, Journal of Geology and Mining Research, vol. 24. 1 - 11.

Tan Sin Hok, 1932, *On the genus Cycloclypeus carpenter*, Part 1 and an appendix on the Heterostegines of Tjimanggoe, S. Bantam, Java. Wetensch. Meded. Dienst Mijnbouw Nederlands Indie, 19, p. 1-194.

Choiriah S.U.,2021: Nannoplankton Pliocene-Kuarter Di Cekungan Jawa Timur Utara: Implikasinya Terhadap Perubahan Iklim dan Data Perkembangan Cekungan. Disertasi Doktor, UPN Yogyakarta.

van Gorsel, J.T., Lunt, P., Morley, R., 2014, *Introduction to Cenozoic biostratigraphy of Indonesia- SE Asia*, Berita Sedimentologi, vol.29.

van der Vlerk, I.M. and Umbgrove, J.H.L., 1927, *Tertiaire gidsforaminiferen uit Nederlandsch Oost-Indie*, Wetenschappelijke Mededeelingen, Dienst Mijnbouw Bandoeng 6: 1-31.

Verbeek, R. D. M., 1871, *Die Nummuliten des Borneo-Kalksteines*, Neues Jahrbuch für Mineralogie und Geologie. B9: 1-14.

Wade, B.S., Pearson, P.N., Berggren, W.A., Pälike, H., 2011, *Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale*. Earth-Science Reviews, 104: 111-142.

Wade, B. S., and Bown, P.R., 2006, Calcareous nannofossils in extreme environments: the Messinian Salinity Crisis, Polemi Basin, Cyprus. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 271 - 286.

CURRICULUM VITAE



Nama : **RUBIYANTO KAPID**
Tmpt./tgl lahir : Jakarta, 20 April 1955
NIP : 19550420 198403 1 001
Fakultas : Ilmu dan Teknologi Kebumian
Institut Teknologi Bandung
Kel. Keilmuan : Paleontologi dan Geologi Kuarter
Kel. Keahlian : Mikropaleontologi Nannoplankton
Alamat : Jl. Atletik IX no. 9 Arcamanik, Bandung 40293

Data Keluarga

Orang tua : Moh. Kapid Mustofa dan Suratnah Suhada
Istri : Hj. Ampuh Puan Nandini
Anak : Anjani Artie Moempoeni dan Billy P. T.
Bella Verita Newlander dan Shawn M. Newlander
Camar Remoa dan Nesya F. Agustini
Cucu tercinta : Bunga Syabnam Nabillamour
Bintang Claire Nabillamour

I. RIWAYAT PENDIDIKAN

- Sarjana Teknik Geologi ITB, Jurusan Teknik Geologi ITB, 1982
Skripsi: Geologi dan biostratigrafi daerah Bogorejo, Blora Jawa Tengah
- S2: DEA, Diplome Etude Approfondie, Universile Lyon 1, Cloude

Bernard, France, 1988

Thesis: Sedimentologie et Paleontologie

- S3: Diplome de Doctorate, Universite de Reims, Champagne-

Ardenne, France, 1991

Le Mio-Pliocene marin du Nord-Est de Java, Indonesia.

Biostratigraphie qualitative et quantitative des foraminifères et du nannoplancton.

II. RIWAYAT KEPANGKATAN

- Penata Muda, III/a, 01 Juni 1985
- Penata Muda Tk I, III/b, 01 Oktober 1986
- Penata, III/c, 01 Oktober 1994
- Penata, III/c, 01 Oktober 1994
- Penata Tk. I, III/d, 01 April 1998
- Pembina, IV/a, 01 Juli 2001
- Pembina Tk. I, IV/b, 01 Oktober 2004.

III. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

- Asisten Ahli Madya, 01 Juni 1985
- Asisten Ahli, 01 Oktober 1986
- Lektor Muda, 01 Mei 1994
- Lektor Madya, 01 Februari 1998
- Lektor, 01 Januari 2001
- Lektor Kepala, 01 Januari 2001

IV. JABATAN STRUKTURAL DI ITB

(sejak kenaikan jabatan/pangkat terakhir)

- Wakil Dekan Bidang Sumberdaya, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian (FITB) – ITB, Sem. I - 2007/2008 s/d Sem. I - 2010/2011, SK. Rektor ITB No.173/SK/K01/KP/2007
- Sekretaris Program Magister dan Doktor Teknik Geologi, Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral (FIKTM) – ITB, Sem. II - 2005/2006 s/d Sem. II - 2006/2007, SK. Rektor ITB, No.288/SK/K01/KP/2005

V. KEGIATAN PENDIDIKAN/PENGAJARAN

(sejak kenaikan jabatan/pangkat terakhir)

- Pringgoprawiro H., **Kapid R.**: **Foraminifera**: Pengenalan Mikrofossil dan Aplikasi Biostratigrafi; Bandung / 2000, Penerbit ITB, ISBN No. 979-9299-17-9
- **Kapid R.**: **Nannofosil Gampingan**: Pengenalan dan Aplikasi biostratigrafi; Bandung / 2003, Penerbit ITB, ISBN No. 979-9299-77-2
- Dewi K. T. & **Kapid R.** (2004) : **Ostracoda: objek alternatif untuk analisis mikropaleontologi**; Bandung / 2004, Penerbit ITB, ISBN No. 979-3507-18-7
- Imelda R. S; Mimin K. Adisaputra; **Rubyantyo Kapid**, M. Hendrizan (2012); Album Mikrofossil Foraminifera dan

Nanoplankton Perairan Indonesia ; Bandung / 2012, P3GL
Puslitbang Kelautan ISBN: 978-979-3022-19-2.

VI. PENELITIAN/PUBLIKASI

(sejak kenaikan jabatan/pangkat terakhir)

a. Dalam Jurnal Internasional Ber-referee (*mitra bestari*) dan diakui

- Kresna, T. D., Darlan, Y., Mueller, A., **R. Kapid**: Micropaleontological And Sedimentological Reconstruction of Late Holocene Coastal Environments In Indramayu, West Java, Indonesia; eBooks: Advances In Geoscience; Volume 12: Ocean Science (OS) (pp 179-195), 2007: eISBN: 978-981-283-616-8; Hongkong
- Johan Arif, Mark R. Schrurr and **R. Kapid**: Evolutionary molar size reduction in Sangiran (Javanese) Early-Middle Pleistocene Homo Erectus as an effect of palaeo-climatic change ; Journal of Indian Ocean Archaeology, No. 5, 2008; ISSN: 0974 – 1747; New Delhi, India.
- **Kapid R.**, Johan Arif, Dasapta Erwin Irawan : A Review on Paleoenvironment suitability for Hominid Fossils and Other Early Vertebrate Faunas: A Case From Pucangan and Kabuh Formations, Central and East Java, Indonesia ; Science Open Research Journal. DOI: 10.14293/S2199-1006.1SOR-LIFE.AH9PUY.v1, 2016
- **Kapid R.**, Wahyu Dwijo, Ben Ikhsan, Moehammad Ali Jambak,

Dasapta Erwin Irawan: The Mid Miocene Climatic Optimum (MMCO) Indication at Low Latitude ; In press:IJASEIT International Journal on Advanced Science (Status: Review)

- Choiriah, SU., C.Prasetyadi, **R. Kapid**, Dwi Fitri Yudiantoro, 2020. Nannofossil Distribution and Age of Kendeng Zone In Kalibeng River Section of Kedungringin, Plandaan Area, Jombang, East Java, *Indonesian Journal on Geoscience (IJOG)* v.7, no.1 , DOI: 10.17014/ijog.7.1.15-24.
- Choiriah, SU., C.Prasetyadi, **R. Kapid**, Dwi Fitri Yudiantoro, Nanda Ajeng nurwantari., 2020. Pliocene-Pleistocene Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy, Section Banyuurip, Rembang Zone, East Java Basin, Indonesia. 2020. *International Journal of Geology and Earth Sciences (IJGES)*, v.6, no.4, DOI: 10.18178/

b. Dalam Jurnal Nasional Terakreditasi

- **Kapid R.** & Panuju B.: Pembagian Plistosen Akhir (NN.21): Suatu alternatif baru dalam Biozonasi Nannoplankton Berdasarkan Studi Kasus Penampang MD-982161 Selat Makasar Indonesia; Buletin Geologi, Dept. Teknik Geologi ITB-Bdg. , vol. 36, no. 1, 2004, ISSN no. 0126-3498. Akreditasi C
- **Kapid R.**; Rahardjo, A. T.; K.T. Dewi; Darlan Y.; Khoiril A. M.; Firdaus M. dan Pupung R.T.(2006): Mikrofauna sebagai indikator perubahan lingkungan : Studi Kasus di Perairan Balongan, Indramayu-Jawa Barat; Buletin Geologi Jilid/Volume 38, No. 2,

2006; ISSN 0126-3498. Akreditasi C

- Marfasran Hendrizan, **Rubyantyo Kapid** and Djuhaeni (2014): Biostratigraphy of the Late Miocene Halang Formation in the Loh Pasir succession, Banyumas, Central Java ; Berita Sedimentologi; Indonesian Journal of Sedimentary Geology; No. 30 08/2014; ISBN 0853-9413.
- Wahyu Dwijo Santoso, Halmi Insani and **Rubyantyo Kapid** (2014): Paleosalinity Conditions on Late Miocene-Pleistocene In The North East Java Basin, Indonesia Based on Nannoplankton Population Changes ; Journal RISET Geologi dan Pertambangan PPGL-LIPI; Vol. 24 No. 1, Juni 2014; ISSN 0125-9849; e-ISSN 2354-6638.

c. Dalam Jurnal Lainnya

- Unggul Prasetyo Wibowo dan **R. Kapid** (2014): Biostratigrafi Nannoplankton Daerah Rajamandala ; Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral; Vol. 15, No. 4, November 2014; ISSN 0853-9634.
- Wahyu Dwijo S.; Ronald; **R. Kapid** dan Yan Rizal (2016): Interpretasi Lingkungan Pengendapan Batubara Formasi Balikpapan di Daerah Kambang Janggut, Kecamatan Muara Ancalong, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur. Buletin Geologi, Vol. 42, No. 2, 2015; ISSN 0126-3498.
- Vijaya I. dan **R. Kapid** (2016) :Kumpulan Nannoplankton dan

Foraminifera Di Selat Madura, Sebarannya Dalam Batimetri Serta Letak Terhadap Sungai dan Pantai. Buletin Ilmiah Mineral dan Energi: Vol.10-No.02. ISSN 1410-6906

d. Dalam Proceeding Seminar Internasional

- Johan Arif and **R. Kapid**: Morphological trait of early hominid's molar from Sangiran. In: Recent advances on Southeast Asian Paleoanthropology and Archaeology (Editor: Etty Indriati) ; Proceeding of the International Seminar on Southeast Asian Paleoanthropology (2007), Faculty of Medicine, Gajah Mada University, Yogyakarta, Indonesia, pp.128-139
- Johan Arif, **R. Kapid**, Yousuke Kaifu, Hisao Baba, Mirzam Abdurrahman: Announcement of GLOM 2006.03: a four Isolated Deciduous Teeth from Sangiran, Central Java, Indonesia. In: Recent advances on Southeast Asian Paleoanthropology and Archaeology (Editor: Etty Indriati); Proceeding of the International Seminar on Southeast Asian Paleoanthropology (2007), Faculty of Medicine, Gajah Mada University, Yogyakarta, Indonesia, pp.140-150.
- S.U. Choiriah, C. Prasetyadi, **R. Kapid**, D.F. Yudiantoro: Diversity Model of Pliocene-Pleistocene Nannofossil of Kendeng Zone ; IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 149 (2018) 012017
- Choiriah, SU., C. Prasetyadi, **R. Kapid**, Dwi Fitri Yudiantoro, 2018. Diversity model of Pliocene-Pleistocene nannofossil of Kendeng

Zone, *Proceeding of IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 212 (2018) 012038, doi:10.1088/1755-1315/212/1/012038.

- Choiriah, SU., C. Prasetyadi, **R. Kapid**, Dwi Fitri Yudiantoro, 2019. Paleotemperature Interpretation Based on Calcareous Nannoplankton of Kedung Sumber River Section, Soko, Bojonegoro, East Java, *Prosiding SNCPP "Pengembangan Ristek dan Pengabdian Menuju Hilirisasi Industri"* LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta Yogyakarta, ISBN: 9 7 8 -6 0 2 -5 5 3 4 -4 7 -8 (Hal 521-527)
- Choiriah, SU., C. Prasetyadi, **R. Kapid**, Dwi Fitri Yudiantoro, Nanda Ajeng nurwantari., 2020. Miocene to Pleistocene biostratigraphy of Rembang Zone based on nannofossil, Nglebur river section, Blora, Central Java, *AIP Conference Proceedings* 2245,030004 (2020), DOI:10.1063/5.0006851,

e. Dalam Proceeding Seminar Nasional

- Panuju dan **Rubyiyanto Kapid**: Revisi Biostratigrafi Nanoplankton Miosen Awal Bagian Bawah (Zona NN1-NN2) di Cekungan Jawa Timur Utara ; The 32nd HAGI, The 36th IAGI, and The 29th IATMI Annual Conference and Exhibition-Bali 2007, page:102-104.

f. Penelitian yang Pernah Dilakukan dengan Sumber Dana Hibah Kompetisi, Riset Unggulan, dan Lain-lain

- **Kapid R.**; Rahardjo, A. T.; K.T. Dewi; Darlan Y.; Khairil A. M.; Firdaus M. dan Pupung R.T.: Mikrofauna sebagai indikator

perubahan lingkungan: Studi Kasus di Perairan Balongan, Indramayu-Jawa Barat, LPPM-ITB; 2006; ITB

- Emmy Suparka, Vijaya I., Hamzah L., **R. Kapid**: Pemodelan Transport Sedimen untuk Menunjang Pengelolaan dan Pengembangan Lingkungan Pantai, Studi Kasus Perairan Jawa Timur Bagian Utara. Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi XII, Dipa Diknas, 2005, ITB.
- **Kapid R.**, Djuhaeni, D. E. Irawan & M. Hendrzan: Hubungan stratigrafi Formasi Halang berdasarkan biostratigrafi calcareous nannoplankton resolusi tinggi serta potensi hidrokarbon daerah Karang Pucung, Banyumas, Riset ITB, 2010; riset sedang berjalan jadi belum dipublikasikan.

VII. REKAM JEJAK (*TRACK RECORD*) PENELITIAN/PUBLIKASI UTAMA DAN MENDUKUNG

a. Dalam Jurnal Internasional Ber-referee (mitra bestari) dan diakui

- Choiriah S.U., **Kapid R.** & Rahardjo W. (2001): *The Pliocene/Pleistocene boundary, based on Calcareous Nannofossils and related paleoclimatic implications, Solo river section, Ngawi region, East Java, Indonesia*, Journal of Nannoplankton Research (JNR) no. 23 - 1 - 2001, ISSN no. 1210-8049; London.

b. Dalam Jurnal Nasional Terakreditasi

- **Kapid R.**; Studi Foraminifera dan Nannofosil pada Kala Pliosen -

Plistosen Sumur Eksplorasi TO - 05 dan TO - 06, Cekungan Jawa Timur Utara, *JTM*, Vol. 1 No. 1, (1994), ITB Bandung.

- Totok D., **Kapid R.**, Kristian N.T.: Potensi Batubara di Kalimantan Tengah, *JTM*, Vol. 1 No. 1, (1994), ITB Bandung.
- **Kapid R.**, Agus H.H.: Studi Nannoplankton pada Formasi Karangsambung dan Totogan, di Daerah Lok Ulo, Jawa Tengah, *Buletin Geologi - ITB*, Vol 26. No. 1 , (1996), Bandung; Akreditasi C.
- **Kapid R.**, Susanto S.E.: Batas Miosen - Pliosen berdasarkan Nannoplankton pada Formasi Ledok dan Mundu di Daerah Kapuan, Jawa Timur, *Buletin Geologi - ITB*, Vol. 26 No. 1, (1996), Bandung; Akreditasi C.
- **Kapid R.**, Koesoemadinata R.P., Taib M.I.T., Samuel L., Arpandi, Asep H.P.K; Biostratigrafi Kuantitatif; Suatu Pendekatan Komprehensif. *Buletin Geologi - ITB*. Vol. 26 No. 2/3, (1997), Bandung; Akreditasi C.
- Barmawidjaja D.M., **Kapid R.**, Perubahan Lingkungan Pengendapan Berdasarkan Foraminifera pada Formasi Ledok dan Mundu, pada Kala Mio - Pliosen, Daerah Nglobo, Jawa Tengah, *Buletin Geologi - ITB*. Vol. 26 No. 2/3, (1997), Bandung; Akreditasi C.
- **Kapid R.**, Koesoemadinata R.P., Taib M.I.T., Asep H. P. K; Penggunaan Data Biostratigrafi pada Program Age Depth sebagai salah satu acuan pada Komputasi Geologi, *Buletin Geologi - ITB*, Vol 28 .No. 1, (1997), Bandung; Akreditasi C.

- **Kapid R.**, Koesoemadinata R.P., Taib M.I.T., Asep H. P. K; Penggunaan Data Mikrofosil Bentik pada Program Paleobath sebagai salah satu acuan pada Komputasi Geologi, *Jurnal Teknologi Mineral*, Vol V .No. 3, (1997), Bandung; Akreditasi B.
- **Kapid R.**, Harsolumakso A.H., Fosil Nannoplankton Kapur Akhir pada Lintasan Kalimuncar, Daerah Lok Ulo, Kebumen, Jawa Tengah, *Buletin Geologi - ITB*, Vol. 31 . No. 2, (1999), Bandung; Akreditasi C.
- **Kapid R.**, Choiriah S.U., Batas Umur Plio - Plistosen berdasarkan Nannofosil pada Lintasan Stratigrafi Sungai Bengawan Solo, Daerah Ngawi, Jawa Timur, *Jurnal Teknologi Mineral*, Vol, VII., No. 1, ISSN:0854-8528, (2000), Bandung; Akreditasi B.
- Permana G. A. & **Kapid R.**: Analisis Fosil Nannoplankton dan Foraminifera dalam Penentuan Biostratigrafi dan Paleotemperatur pada Satuan Batuan Paleogen Daerah Sampang, Kebumen, Jawa Tengah, *Buletin Geologi, Dept. Teknik Geologi ITB-Bdg.*, vol. 33, no. 2, 2001, ISSN no. 0126-3498.
- Isnaniawardhani V., Suparka E. **Kapid R.** & Latief H.: Foraminifera and Nannoplankton Assemblages and Their Relation to Bathymetry in Madura Strait;

VIII. BUKU

- Pringgoprawiro H., **Kapid R.**, Foraminifera: Pengenalan Mikrofosil dan Aplikasi Biostratigrafi; Penerbit ITB, ISBN No. 979-

9299-17-9; 2000.

- **Kapid R**, Nannofosil Gampingan: Pengenalan dan Aplikasi biostratigrafi; Penerbit ITB, ISBN No. 979-9299-77-2; 2003.
- Johan Arif, Lutfi Yondri dan **R. Kapid**, Perbandingan Ukuran Gigi Molar Manusia Pawon dengan Manusia Mesolitik, Neolitik dan Manusia Sekarang : Studi Pendahuluan. Arkeologi : Manusia - Ruang - Aktivitas; ISBN 979-9462-95-9, 2009.
- Dewi K.T & **Kapid R**, Ostracoda : Objek alternatif untuk studi mikropaleontologi, Penerbit ITB; ISBN 979-3507-18-7.
- **Kapid R.**, Buku Panduan Pelaksanaan Kerja Praktek (GL 4096). Penerbit ITB.

IX. HIBAH PENELITIAN (RESEARCH AWARD)

- Koesoemadinata, R. P.; M. I. T. Taib; N. A. Magetsari; Y. Zaim; **R. Kapid**; Asep H. P. K, *Research Grant : 'Geocomputation Modeling Research'*, 1992 - 1998 (Kerjasama Pertamina - LP-ITB).
- A.T. Rahardjo*; Moedjito**; Nur Hasyim**; Nugrahaningsih**; **R. Kapid***; Rahardjo W***, 'Penelitian Biostratigrafi Tersier dan Kuarter di Indonesia', (*ITB; **Lemigas, ***UGM), 1993 - 1996 RUT-IRISTEK.

X. KARYA AKADEMIK YANG DINILAI LAYAK

- **Kapid R.**, Qualitative and Quantitative Analysis of Foraminifera and Nannoplankton on Neogene Formation, Rembang Zone, 21th

Annual Convention of IAGI, (1992), Yogyakarta.

- Harsolumakso A.H., Suparka M.E., Zaim Y., Magetsari, N.A., **Kapid R.**, Nuradie D., Chalid I.A., Chusni A., Karakteristik Satuan Melange dan Olistostrom di Daerah Karangsambung, Jawa Tengah; Suatu Tinjauan Ulang., *Prosiding Hasil-hasil Penelitian Puslitbang Geoteknologi - LIPI*, (1995), Bandung.
- Barmawidjaja D.M., **Kapid R.**, Alaik K., Indikasi massa glacial pada Mio-Pliosen di Formasi Ledok dan Mundu, Daerah Nglobo, Jawa Tengah, *Poster pada KAIKNAS'95*, (1995), Yogyakarta.
- Harsolumakso A.H., Suparka M.E., Zaim Y., Magetsari, N.A., **Kapid R.**, Nuradie D., Chalid I.A., Karakteristik Struktur Melange di Daerah Lok Ulo, Kebumen, Jawa Tengah; Suatu Tinjauan Ulang., *Prosiding Hasil-hasil Penelitian Puslitbang Geoteknologi - LIPI*, (1996), Bandung.
- Panuju, Nur H., Rahardjo W., **Kapid R.**, Biostratigrafi Kapur Akhir (Maastrichtian) dan Paleogen, berdasarkan Nannoplankton di Indonesia Timur, *Kumpulan Makalah Seminar Nasional 1996, Jurusan Teknik Geologi, UGM*, ISBN 979-8611-13-6, Yogyakarta.
- Choiriah S.U., **Kapid R.**, Nannoplankton Biozonation in Bengawan Solo River, Segment Ngawi, *Proceeding 28th Annual Convention of IAGI*, (1999), Jakarta.
- Isnaniawardhani V., Suparka E. **Kapid R.** & Latief H. (2002) : Calcareous Nannoplankton and Foraminifera in the surficial

sediment of Madura Strait; *Proced. IAGI-XXXI*, Surabaya 2002.

- **Kapid R.** and Permana, G. A.; *CALCAREOUS NANNO FOSSILS AND FORAMINIFERA AS INDICES OF PALEOENVIRONMENT (Case Study on Waturanda, Penosogan and Halang Formations in South-Central Java, Indonesia)*, Proceed. Of 8th International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy', 2nd - 9th February 2003, Chiang Mai, Thailand.
- Isnaniawardhani, V; Suparka E; **Kapid, R** and Latief, H.: Sediment Transport in Madura Waters; Proceed. Of Joint Convention, IAGI-HAGI-IATMI; Jakarta 2003.
- Isnaniawardhani, V; Suparka E; **Kapid, R** and Latief, H.: Pliocene to Holocene Nannoplankton climatostratigraphy (case study: Northern-east Java Basin, Indonesia); Presented in International Symposium on the Geologic Evolution of East and Southeast Asia, Bangkok-Thailand, 8-14 February 2004.
- **Kapid, R**; Dewi K. T. and A. Muller: New Biostratigraphic Sub-biozonation for Indonesia, Derived from Calcareous Nannoplankton and Ostracode Assemblage in Makassar Strait; Presented in 5th International Conference on Asean Marine Geology, Bangkok-Thailand, Januari 2004.
- Permana, G.A., Nurwibowo, M.A., **Kapid, R** and Harsolumakso, A. H.: Paleogeographic evolution of the North-West Kebumen sub-basin, Central Java, Indonesia; Presented in *International*

*Symposium on the Geologic Evolution of East and Southeast Asia,
Bangkok-Thailand, 8-14 February 2004.*

XI. PENGHARGAAN

- Tanda Jasa dari Pemerintah RI, Satya Lancana Karya Satya-10, 20 dan 30 tahun, Presiden RI
- Penghargaan dari FIKTM-ITB, Dekan FIKTM-ITB, 2007
- Penghargaan Pengabdian 25 Tahun ITB, Rektor ITB, 2009
- Penghargaan PMI Jawa Barat, Ketua PMI Jabar, 2010



Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung

Jalan Dipati Ukur No. 4, Bandung 40132

Telp. (022) 2512532, E-mail: sekretariat-fgb@pusat.itb.ac.id

fgb.itb.ac.id

FgbItb

FGB_ITB

@fgbitb_1920

Forum Guru Besar ITB

ISBN 978-602-6624-55-0

9 78602 624550