



# Orasi ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung



## FOSIL PEMBUKA SEJARAH BUMI

**Profesor Yan Rizal**  
Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian  
Institut Teknologi Bandung

**Aula Barat ITB**  
**17 Juni 2023**

Orasi ilmiah Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

## **FOSIL PEMBUKA SEJARAH BUMI**



Orasi ilmiah Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

# **FOSIL PEMBUKA SEJARAH BUMI**

**Prof. Yan Rizal**

17 Juni 2023  
Aula Barat ITB

Hak cipta © pada penulis dan dilindungi Undang-Undang

Hak penerbitan pada ITB Press

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh bagian dari buku ini tanpa izin  
dari penerbit

*Orasi ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung:*

**FOSIL PEMBUKA SEJARAH BUMI**

Penulis : Prof. Yan Rizal

Reviewer : Prof. Dr. Aswan, S.T., M.T.

Editor Bahasa : Rina Lestari

Desainer : Ripky

Cetakan I : 2023

ISBN : 978-623-297-299-5



✉ Gedung STP ITB, Lantai 1,  
Jl. Ganesa No. 15F Bandung 40132  
📞 +62 22 20469057  
🌐 www.itbpress.id  
✉ office@itbpress.id  
Anggota Ikapi No. 043/JBA/92  
APPTI No. 005.062.1.10.2018

# PRAKATA

*Bismillahirahmanirrahim*

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbilalamiin, penuh dengan rasa puji dan syukur ke hadhirat Allah Swt., atas segala nikmat dan karunia-Nya Saya dapat menyelesaikan penulisan karya ini dan mempresentasikannya di hadapan bapak dan ibu semua. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada para Guru Besar Senior dan Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk mempresentasikan ilmu yang saya tekuni selama bekerja sebagai dosen di Bidang Paleontologi khusus Paleontologi vertebrata dan Geologi Kuarter.

Pada kesempatan ini tidak lupa, saya juga berterima kasih yang sebesar-besarnya kepada guru-guru yang sudah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan sejak mulai dari Taman Kanak-kanak Kuntum Mekar, Sekolah Dasar Fransiscus, Sekolah Menengah Pertama Xaverius-Yayasan Prayoga Bukittinggi, serta Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Bukittinggi, serta rekan-rekan dosen Teknik Geologi Institut Teknologi Bandung yang selalu memberi dorongan untuk bisa mencapai Guru Besar.

Pengetahuan Geologi yang saya dapatkan dan tekuni selama ini, secara umum dapat dikatakan sebagai warisan ilmu dari para guru atau dosen senior selama belajar di Jurusan Teknik Geologi ITB yang saya hormati. Khususnya bidang Paleontologi Vertebrata, saya dapatkan dari pengalaman penelitian dan belajar secara autodidak dengan bantuan senior saya yang terhormat Prof. Dr. Ir. Yahdi Zaim. Sedangkan pengetahuan tentang Geologi Kuarter saya dapatkan selama menuntut ilmu di Kuartare geologische Abteilung Universitat zu Koeln Jerman di bawah supervisi yang terhormat Prof. Wolfgang Boenigk.

Tidak lupa ucapan terima kasih yang sebesar besar kepada istri saya Lita Ratna Rosita Ningrum dan anak-anak tercinta (Adit, Ariz, dan Anya) yang selalu memberi dukungan dan selalu bertanya **"Kapan BAHAM jadi Guru Besar"**. (BAHAM itu adalah panggilan khusus anak-anak dari Saya). Pertanyaan inilah yang melecut saya untuk terus berusaha meraih gelar tertinggi seorang dosen yaitu sebagai Guru Besar.

Pada orasi ini saya mencoba memberi gambaran tentang keterkaitan atau penting bidang yang saya geluti, yaitu **PALEONTOLOGI** dengan sejarah perkembangan bumi kita ini, dengan judul “**Fosil Pembuka Sejarah Bumi**”.

Berbicara tentang paleontologi pasti erat kaitannya dengan fosil. Paleontologi merupakan cabang ilmu Geologi yang mempelajari jejak kehidupan di masa lampau, jejak kehidupan inilah yang dikenal secara umum sebagai fosil. Hanya dengan keberadaan fosil atau jejak kehidupan ini kita bisa menjelaskan peristiwa-peristiwa penting yang pernah terjadi di bumi kita ini pada masa lampau, misalnya perubahan iklim, posisi kontinen serta posisi geografi termasuk perkembangan kehidupan, mulai dari pertama kali kehidupan ada di muka bumi sampai saat sekarang ini.

Semoga tulisan ini memberi manfaat dan inspirasi bagi para pembaca dan peneliti di bidang ilmu kebumian secara umum.

Bandung, 17 Juni 2023

Prof. Dr. Ir. Yan Rizal, Dipl.Geol.

# SINOPSIS

Pidato Ilmiah yang berjudul **Fosil Pembuka Sejarah Bumi** ini secara gamblang menjelaskan peranan fosil yang disebut juga jejak kehidupan masa lalu dalam menguraikan peristiwa-peristiwa yang pernah terjadi di muka bumi ini, yang dimulai dari saat adanya bukti kehidupan masa lalu yang tersimpan dalam batu sampai kehidupan saat ini.

Kehidupan suatu makhluk sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan tempat hidupnya, kehidupan dapat berkembang menjadi lebih baik atau menjadi besar apabila kondisi lingkungan tempat hidupnya menjadi lebih nyaman ataupun kehidupan akan hilang atau mati apabila kondisi lingkungan tempat hidupnya berubah menjadi lebih buruk. Pada awal kemunculannya kehidupan suatu makhluk berjumlah sangat sedikit sesuai dengan kondisi lingkungan akan berkembang menjadi banyak dan pada suatu saat apabila kondisi lingkungan berubah maka kehidupan juga akan mengalami perubahan. Bagi makhluk hidup yang bisa menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru akan bertahan hidup dan bagi yang tidak bisa menyesuaikan diri akan mati. Ketentuan hukum kehidupan ini yang dipakai dalam mempelajari suatu kehidupan masa lampau yaitu dari awal kemunculan, puncak perkembangan dan kemunculan akhir.

Ilmu yang mempelajari tentang jejak kehidupan masa lampau dikenal dengan Paleontologi. Dengan mempelajari Paleontologi, orang dapat mengenal jejak-jejak kehidupan baik hewan, tumbuhan atau jejak dari keduanya.

Dalam penerapannya fosil sangat terpakai dalam interpretasi perubahan iklim yang terjadi pada zaman Kuarter yang berkaitan dengan migrasi hewan dan manusia serta peradaban (Geoarkeologi). Fosil/fauna juga terpakai dalam mengidentifikasi sumber sedimen pada endapan tsunami.



# DAFTAR ISI

<b>PRAKATA .....</b>	<b>v</b>
<b>SINOPSIS.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
1. <b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
2. <b>PALEONTOLOGI .....</b>	<b>4</b>
2.1. Pembelajaran Fosil di ITB.....	12
3. <b>GEOLOGI KUARTER .....</b>	<b>38</b>
3.1. Pengembangan Ilmu Geologi Kuater .....	43
4. <b>KESIMPULAN.....</b>	<b>50</b>
5. <b>PENUTUP .....</b>	<b>51</b>
6. <b>UCAPAN TERIMA KASIH.....</b>	<b>52</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
<b>CURRICULUM VITAE .....</b>	<b>59</b>



# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	a. Batuan berupa fosil Stromatolit yang dijumpai di Australia Barat berusia 3,5 miliar tahun (Papineu 2022). b. Batuan berupa fosil Stromatolites dijumpai di Bolivia, South Amerika, berumur > 2,5 miliar tahun. ....	3
Gambar 2.	Lingkup pembelajaran tentang fosil dalam kaitannya dengan waktu .....	3
Gambar 3.	Kumpulan tulang Dinosaurus berumur Yura di Monumen Nasional Dinosaurus, Colorado. Photograph by Jonathan R. Hendricks. <a href="https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils">https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils</a>	5
Gambar 4.	Karbonisasi Fosil daun dari Formasi Green River berumur Eosen (dipajang di Rumah Lapangan Natural History, Vernal, Utah). Photograph by Jonathan R. Hendricks. <a href="https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils/">https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils/</a> .....	5
Gambar 5.	Jejak kaki Dinosaurus berumur Jura di pajang di Snee Hall kampus Cornell University. <a href="https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils/">https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils/</a> .....	5
Gambar 6.	Fosil Jejak-Jejak pergerakan binatang (Zoophycos) koleksi Paleontological Research Institution, Ithaca, New York. Photograph by Jonathan R. Hendricks <a href="https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils/">https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils/</a> .....	6
Gambar 7.	Kotoran hewan (coprolite) <a href="https://www.mindat.org/min-9450.html">https://www.mindat.org/min-9450.html</a> .....	6
Gambar 8.	Fosil penunjuk untuk setiap zaman ( <a href="http://pubs.usgs.gov/gip/geotime/fossils.html">http://pubs.usgs.gov/gip/geotime/fossils.html</a> ) .....	9
Gambar 9.	Skala Geokronologi ( <a href="https://www.tutor2u.net/geography/reference/aqa-gcse-geography-climate-change-quaternary-period">https://www.tutor2u.net/geography/reference/aqa-gcse-geography-climate-change-quaternary-period</a> ) .....	9
Gambar 10.	Skala Waktu Geologi .....	10
Gambar 11.	Pohon kehidupan yang dimulai dari bersel satu menjadi bersel banyak dan tumbuhan (Stanley, 1999) .....	11
Gambar 12.	Rekonstruksi kontinen berdasarkan jejak makhluk hidup (Fosil) (Osvaldocangaspadilla, 2010) .....	12
Gambar 13.	Kartun terjadi proses pembentukan fosil. ( <a href="https://sciencewithpizzi.weebly.com/what-can-be-found-inside-a-rock.html">https://sciencewithpizzi.weebly.com/what-can-be-found-inside-a-rock.html</a> ) a. Ikan tertimbun sedimen secara cepat, b. Ikan tertimbun secara perlahan, c. Ikan tubuhnya hancur dirusak predator sebelum tertimbun. ....	13
Gambar 14.	Taksonomi makhluk hidup ( <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Taxonomic_rank#/media/File:Taxonomic_Rank_Graph.svg">https://en.wikipedia.org/wiki/Taxonomic_rank#/media/File:Taxonomic_Rank_Graph.svg</a> ) .....	14
Gambar 15.	Bangun dasar tubuh , material pembentuk, contoh porifera yang masih hidup dan fosil ( <a href="https://fossiliid.info/39?mode=in_baltoscandia&amp;lang=en#gallery-1">https://fossiliid.info/39?mode=in_baltoscandia&amp;lang=en#gallery-1</a> ...) ..	15
Gambar 16.	Bentuk dasar tubuh dan bagian bagiannya dan contoh Brioza yang masih hidup dan yang telah menjadi fosil (Ordo Fenestellat) ( <a href="https://fossillady.com/category/bryozoan-fossils/">https://fossillady.com/category/bryozoan-fossils/</a> ) .....	16
Gambar 17.	Bentuk dasar Coelenterata dan contoh yang masih hidup saat ini danyang telah menjadi fosil (kelas Meandrina) ( <a href="https://fossillady.com/category/flor-ida-corals-fossils/">https://fossillady.com/category/flor-ida-corals-fossils/</a> ) .....	17

Gambar 18. Bentuk dasar tubuh Echinodermata dan pembagiannya; jenis yang masih hidup sekarang dan yang telah menjadi fosil ( <a href="https://www.google.com/search?q=echinodermata+fossil&amp;tbo">https://www.google.com/search?q=echinodermata +fossil&amp;tbo</a> ) .....	18
Gambar 19. 1A. Contoh Filum Moluska hidup sekarang ( <a href="https://www.google.com/search?q=moluska&amp;tbo">https://www.google.com/search?q=moluska&amp;tbo</a> ), 1B. Contoh fosil Moluska; Kumpulan fosil ammonite dan bivalve <a href="https://www.sciencephoto.com/media/171544/view">https://www.sciencephoto.com/media/171544/view</a> ), 2A. Contoh Filum Brachiopoda yang hidup saat sekarang ( <a href="https://www.google.com/search?q=brachiopoda&amp;tbo">https://www.google.com/search?q=brachiopoda&amp;tbo</a> ), 2B. Contoh fosil Brachiopoda <a href="https://www.flickr.com/photos/jsjgeology/42524251044">https://www.flickr.com/photos/jsjgeology/42524251044</a> .....	19
Gambar 20. A. Contoh Filum Arthropoda yang hidup sekarang ( <a href="https://insects.fandom.com/wiki/Arthropoda">https://insects.fandom.com/ wiki/Arthropoda</a> ), B. Contoh fosil Arthropoda fosil Udang ( <a href="https://www.istockphoto.com/se/foto/fossil-shrimp-gm139266708-340000">https://www.istockphoto.com/se/foto/fossil-shrimp-gm139266708-340000</a> ) .....	19
Gambar 21. Bangun dasar tubuh hewan bertulang belakang (Schmid, 1972).....	20
Gambar 22. Gigi hewan Karnifora, Herbifora, Omnifota, Jenis dan bentuk gigi .....	21
Gambar 23. Rahang bawah dari Stegodon trigonocephalus dari daerah Bapang-Sangran Jawa Tengah .....	22
Gambar 24. Kumpulan berbagai fosil berupa fragmen tulang hewan bertulang belakang, fosil kayu, pecahan gigi bovide. ....	22
Gambar 25. Tulang rahang bawah dan tulang belakang Ikan Paus berumur Miosen Atas (12 jt tahun yang lalu) dari Surade- Sukabumi Jawa Barat .....	23
Gambar 26. Pecahan kepala dengan rahang atas dari badak (Rhino) dari Karawang Jawa Barat dan Bonggol paha atas dari kelompok Gajah (Stegodon dari daerah Perning (Jawa Timur) .....	23
Gambar 27. Kumpulan fosil berupa Rahang bawah, engsel lutut, tanduk Banteng, kepala kerbau, potongan gading stegodon. ....	24
Gambar 28. Kumpulan cetakan fosil/replika dari berbagai jenis tulang .....	24
Gambar 29. Salah satu cara eksplorasi fosil dari kelompok hewan berukuran kecil.....	25
Gambar 30. Stratigrafi vertebrata pualu Jawa – Indonesia (Hertler & Rizal, 2005) .....	26
Gambar 31. Ekskavasi yang dilakukan di Desa Ngandong oleh peneliti Belanda pada tahun 1930 .....	27
Gambar 32. Ekskavasi teras Ngandong tahun 2008 oleh Tim IOWA dan ITB.....	27
Gambar 33. Temuan fosil berupa tulang vertebrata hasil ekskavasi teras Ngandong .....	28
Gambar 34. Kenampakan awal fosil gading yang tertanam dalam batu lempung.....	29
Gambar 35. Penggalian fosil gading Stegodon dan tim ITB.....	30
Gambar 36. Banjir bandang saat penggalian gading.....	31
Gambar 37. Atas: Kondisi fosil sebelum terkena banjir, Bawah: Kondisi fosil menjadi pecah waktu pengambilan setelah terkena banjir .....	32
Gambar 38. Gading Stegodon di ruang selasar Teknik Geologi ITB .....	33
Gambar 39. Jenis jenis fosil jejak (Frey and Pemberton, 1985) .....	34
Gambar 40. Jejak yang bisa dihasilkan oleh 1 individu (Hasiotis, 2002, 2007; MacEachern <i>et al.</i> , 2007a) .....	35
Gambar 41. Fasies fosil jejak ( <a href="http://www.es.ucl.ac.uk/tf/skolithos.gif">http://www.es.ucl.ac.uk/tf/skolithos.gif</a> , <a href="http://www.es.ucl.ac.uk/tf/cruziana.gif">http://www.es.ucl.ac.uk/tf/cruziana.gif</a> , <a href="http://www.es.ucl.ac.uk/tf/zoophycos.gif">http://www.es.ucl.ac.uk/tf/zoophycos.gif</a> , <a href="http://www.es.ucl.ac.uk/tf/nereites.gif">http://www.es.ucl.ac.uk/tf/nereites.gif</a> ).....	35
Gambar 42. Contoh fosil jejak yang dijumpai dalam inti bor (Pemberton, 2011) .....	36
Gambar 43. Fosil jejak dan lingkungan tempat hidup (Seilacher, 1967).....	36

Gambar 44. Kurva perubahan temperatur bumi sejak 500 juta tahun yang lalu (Fergus, 2014 in Stiepani, 2016) .....	40
Gambar 45. Kurva muka laut pada Late Quaternary berdasarkan (2000), Waelbroeck <i>et al.</i> (2002), and Peltier (2005) dalam Johnson dan Watt (2012)....	40
Gambar 46. Bentuk morfologi undak atau teras pantai .....	41
Gambar 47. Bentuk morfologi dan sketsa pembentukan teras sungai .....	41
Gambar 48. Peta Paparan Sunda pada saat periode zaman Es terakhir ( <i>Last Glacial Period</i> , 22,500 BP), muka air laut saat itu sekitar 120 meter dibawah mukaairlaut sekarang.(Irwanto, 2016) .....	42
Gambar 49. Perkembangan bentang alam berdasarkan kajian endapan teras benngawan Solo (Yan Rizal, dkk, 2020).....	42
Gambar 50. Kesetaraan posisi Stratigrafi dari vertebrata, hominid dan artefak di Jawa (Zaim, 2010) .....	44
Gambar 51. Perbandingan stratigrafi daerah Majalengka dari beberapa peneliti terdahulu (Rizal dan Gumelar, 2019) .....	45
Gambar 52. Lobang dan profil lobang ekskavasi yang menunjukkan kontak antara lapisan pasir-lempung dibagian bawah dengan lapisan konglomerat dibagian atas.....	45
Gambar 53. Temuan dari lobang ekskavasi berupa pecahan tulang dan gigi vertebrata dan gigi ikan.....	46
Gambar 54. Temuan dari lobang ekskavasi erupa alat batu masif.....	46
Gambar 55. Temuan dari lobang ekskavasi erupa alat batu yang tidak massif .....	46
Gambar 56. Endapan Tsunami di Gili Trawangan (1), Desa Lembar (2) Lombok .....	48
Gambar 57. Singkapan endapan tsunami yang dijumpai Tegal Buleud – Sukabumi (kiri) dan Cilacap (kanan) .....	48
Gambar 58. Singkapan endapan tsunami di Chile Selatan.....	49
Gambar 59. Sosialisasi bahaya gempa dan tsunami di sekolah di daerah potensi gempa dan tsunami.....	49



## 1. PENDAHULUAN

Bumi tempat kita hidup mempunyai sejarah yang sangat panjang mulai dari saat terbentuk sampai masa sekarang kita hidup ini. Sebelum kita berbicara tentang sejarah bumi, tentunya kita harus tahu terlebih dahulu tentang pembentukan bumi ini. Dalam penghitungan sejarah, harus diketahui titik awal dari mana sejarah itu dimulai. Dalam berbicara tentang sejarah bumi tentulah titik awalnya dimulai saat bumi itu terbentuk. Tentunya akan muncul pertanyaan kapan bumi ini mulai terbentuk?.

Berbagai teori telah dikembangkan orang untuk menjelaskan pembentukan bumi, seperti Teori Nebula (Immanuel Kant dan Pierre Marquis de Laplace, 1796), Teori Planetisimal (James Jeans, 1917), Teori Kondensasi (G.P. Kuiper, 1950), Teori Bintang Kembar (Fred Hoyle, 1956). Teori Ledakan Besar Lemaitre, 1927) (Noor, 2014; Wreta, 2022 dalam Detik.com)

Ada sejumlah ayat di dalam Al-Qur'an yang menjelaskan proses penciptaan langit dan bumi. Antara lain, surat Al-Anbiya' ayat 30, surat Az-Zariyat ayat 47, surat An-Nazi'at ayat 31, dan surat Fussilat ayat 10 (Widiyani, 2019 dalam detik.net).

Berdasarkan teori Bigbang pembentukan alam semesta telah dimulai sekitar 13,8 miliar tahun lalu, sedangkan batuan yang tertua di muka bumi sampai saat ini berumur sekitar 4,4 miliar tahun (Ferreira dalam vice.com), apa yang terjadi antara waktu pembentukan alam semesta sampai terbentuknya batuan yang tertua di bumi, tidak ada yang tahu karena tidak ada rekaman peristiwa yang dapat dipelajari sampai saat ini. Untuk bisa mengungkap sejarah bumi diperlukan data atau bukti-bukti yang jelas atas semua peristiwa atau kejadian yang pernah terjadi di bumi ini, sampai saat ini sejarah bumi belumlah banyak terungkap, karena bukti-bukti sangatlah terbatas. Walaupun dengan segala keterbatasan data, banyak orang telah mencoba menjelaskan atau mengungkapkan perubahan dan perkembangan peristiwa yang pernah terjadi di muka bumi kita ini, salah satunya dengan mempelajari rekaman peristiwa yang terdapat di dalam batu. Batuan inilah yang nantinya menjelaskan peristiwa yang terjadi di bumi ini. Batuan ini merupakan catatan yang autentik dan sangat penting dalam geologi.

Geologi merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mencoba menjelaskan peristiwa-peristiwa tersebut di atas berdasarkan berbagai jenis batuan yang terdapat dimuka bumi ini.

Alquran telah lama menginformasikan tentang penciptaan bumi, Surat Al-Anbiya (21) ayat 30:

*Apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka Mengapakah mereka tiada juga beriman?*

Surat Ad-Dukhan (44) Ayat 38:

*Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya dengan bermain-main.*

Surat Al-Baqarah (2) Ayat 164:

*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.*

Dari uraian surat Alquran tersebut di atas, sangat jelas dikatakan bahwa kehidupan berasal dari air yang kemudian menyebar keseluruh permukaan bumi, yang dipengaruhi perkisaran angin dan awan yang dalam hal ini dapat ditafsirkan sebagai perubahan iklim.

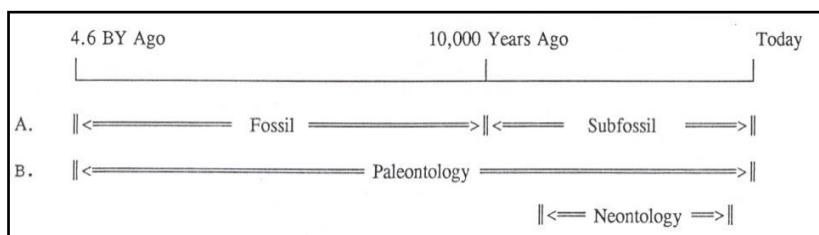
Berdasarkan data geologi, batuan yang tertua di muka bumi berupa batuan metamorf berumur 4,4 miliar tahun, pada batuan yang tertua ini tidak dilaporkan dijumpai adanya jejak kehidupan. Hal ini sangat wajar karena untuk mengubah suatu batuan menjadi batuan metamorf diperlukan temperatur dan tekanan yang sangat tinggi, kalaupun batuan aslinya mengandung bukti atau jejak kehidupan tentunya akan hancur. Jejak

kehidupan yang tertua sampai saat ini dijumpai pada batuan yang berumur 3,75-4,2 miliar tahun di daerah Quebec, Canada, berupa fosil dari kehidupan bersel satu yang hidup di dasar laut dalam (Papineau, dkk., 2022), bukti lain juga dijumpai di Australia Barat berupa batuan berlapis yang terbentuk dari ekskresi mikroba fotosintesis (Stromatolit) (Rahmatunnisa, 2022 dalam detikinet) dan di Bolivia Amerika Selatan (<https://en.wikipedia.org/wiki/Fossil>) (Gambar 1).



**Gambar 1.** a. Batuan berupa fosil Stromatolit yang dijumpai di Australia Barat berusia 3,5 miliar tahun (Papineu 2022). b. Batuan berupa fosil Stromatolites dijumpai di Bolivia, South Amerika, berumur > 2,5 milyar tahun.

Berkaitan dengan surat Al-Baqarah 124, yang berbunyi “Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan”. Pada ayat ini terdapat satu pernyataan, Allah menyebarkan segala jenis hewan atau makhluk hidup. Bukti pernyataan ini dibuktikan dengan fosil; tanpa adanya fosil kita tidak akan mengetahui ada kehidupan di masa lampau, ilmu yang mempelajari tentang keberadaan dan menentukan jenis fosil disebut sebagai Paleontologi (Gambar 2).



**Gambar 2.** Lingkup pembelajaran tentang fosil dalam kaitannya dengan waktu

## 2. PALEONTOLOGI

Secara definisi Paleontologi merupakan cabang atau bagian dari Geologi yang mempelajari sisa atau jejak kehidupan dimasa lampau. Sisa atau jejak kehidupan dijumpai dalam bentuk fosil.

Apakah semua sisa kehidupan dapat dikatakan fosil, di sini sering terjadi salah pengertian atau campur aduk antara bahasa ilmiah dengan istilah umum yang digunakan masyarakat umum. Masyarakat umum sering menggunakan istilah fosil untuk setiap jejak atau sisa kehidupan yang tertimbun atau terkubur dalam lapisan tanah atau lapisan batuan, sedangkan pengertian yang benar dalam istilah fosil ini terdapat batasan waktu. Secara definisi, fosil adalah sisa atau jejak kehidupan yang berumur lebih tua dari Holosen, yaitu sekitar 10.000 tahun yang lalu.

Fosil dapat berupa tubuh binatang/tumbuhan dalam bentuk utuh, dapat juga bentuk pecahan tulang (*body fossil*) (Gambar 3), tumbuhan (daun) (Gambar 4) ataupun dalam bentuk jejak (*remain fossil*), misalnya berupa jejak kaki (*track*) (Gambar 5), bekas jalan atau gerakan binatang (Gambar 6) dan kotoran hewan (Gambar 7).,

Sesuai dengan ayat 164 surat Al-Baqarah yang intinya menyatakan Allah telah menciptakan segala jenis hewan dan menyebarluaskan di seluruh muka bumi. Berkaitan dengan ayat ini tentunya timbul pertanyaan kapan dan bentuk apa atau jenis apa makhluk hidup yang diciptakan Allah untuk pertama kalinya.

Berdasarkan sejarah perkembangan bumi ini, fosil yang pertama atau tertua yang pernah dijumpai berupa jejak atau cetakan tubuh dari makhluk hidup bersel satu (Stromatolit) yang kemudian berkembang menjadi kehidupan yang sempurna saat ini (manusia).

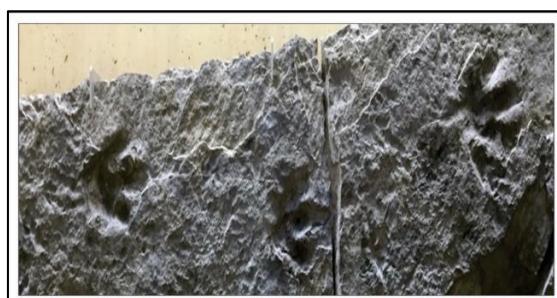
Seperti yang sudah diketahui bersama bahwa kehidupan berlangsung hanya di permukaan bumi dan lapisan air yang menutupi permukaan bumi tersebut. Dari kehidupan atau jejak kehidupan inilah seorang Paleontolog dapat berbicara tentang peristiwa sejarah atau perkembangan yang terjadi di permukaan bumi, seperti perubahan iklim, perubahan muka laut ataupun perubahan perkembangan kehidupan yang ada di muka bumi ini.



**Gambar 3.** Kumpulan tulang Dinosaurus berumur Yura di Monumen Nasional Dinosaurus, Colorado. Photograph by Jonathan R. Hendricks. <https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils/>



**Gambar 4.** Karbonisasi Fosil daun dari Formasi Green River berumur Eosen (dipajang di Rumah Lapangan Natural History, Vernal, Utah). Photograph by Jonathan R. Hendricks. <https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils/>



**Gambar 5.** Jejak kaki Dinosaurus berumur Jura di pajang di Snee Hall kampus Cornell University. <https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils/>



**Gambar 6.** Fosil Jejak-Jejak pergerakan binatang (Zoophycos) koleksi Paleontological Research Institution, Ithaca, New York. Photograph by Jonathan R. Hendricks <https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils/>.



**Gambar 7.** Kotoran hewan (coprolite) <https://www.mindat.org/min-9450.html>

Berdasarkan sifat kehidupan di muka bumi ini, setiap makhluk hidup dapat berkembang dengan baik sangat tergantung pada kondisi lingkungan tempat hidupnya, di mana perkembangan tersebut berlangsung pada batas waktu tertentu, mulai saat muncul pertama (*first appearance*), mencapai puncak perkembangan dan kemudian punah (*last appearance*).

Beberapa kegunaan fosil dalam kaitannya dengan Geologi antara lain:

- Untuk penentuan lingkungan pengendapan/lingkungan hidup, paleo-ekologi
- Untuk interpretasi paleoklimatologi
- Untuk interpretasi dan rekonstruksi paleobiogeografi
- Untuk penentuan umur relatif suatu lapisan batuan (biostratigrafi)
- Untuk menjelaskan perkembangan kehidupan (evolusi makhluk hidup)
- Untuk menjelaskan sejarah geologi dan kebudayaan manusia

Penggunaan fosil ini tidak lepas kaitannya dengan konsep dasar geologi yang sangat dikenal oleh masyarakat geologi dengan nama **Hukum Steno** yang telah dibuat oleh Nicolaus Steno. Nicolas Steno (1638 – 1686) adalah seorang uskup dan ilmuwan Katolik asal Denmark yang merintis ilmu anatomi dan geologi. Berdasarkan pada konsep dan karyanya di bidang geologi yang sangat fenomenal ini, sehingga dia dianggap sebagai salah seorang pendiri stratigrafi modern dan geologi modern bersama seorang ahli geologi lainnya yang bernama James Hutton.

Hukum Steno menyatakan:

- *Superposition* yang intinya menyatakan: dalam suatu perlapisan batauan, dalam keadaan normal lapisan batuan yang terbentuk lebih dahulu (yang berada dibagian bawah) berumur lebih tua dari lapisan batuan yang ada di atasnya.
- *Original horizontality* yang intinya menyatakan setiap lapisan batuan pada awalnya diendapkan secara horizontal.
- *Lateral continuity* yang intinya lapisan batuan pada saat terbentuknya akan melampar secara lateral ke segala arah

Konsep dasar Steno ini kemudian dilengkapi lagi oleh William Smith pada tahun 1796 dengan konsep Fauna (*fossil*) *Succession*, yang menjelaskan kehidupan tertentu mencerminkan kehidupan zaman atau umur tertentu pula. Berdasarkan pada konsep dasar yang dibuat oleh Steno dan Smith ini, mulailah berkembang pengetahuan tentang Geologi dan terus berkembang dengan banyaknya temuan-temuan baru sampai saat ini.

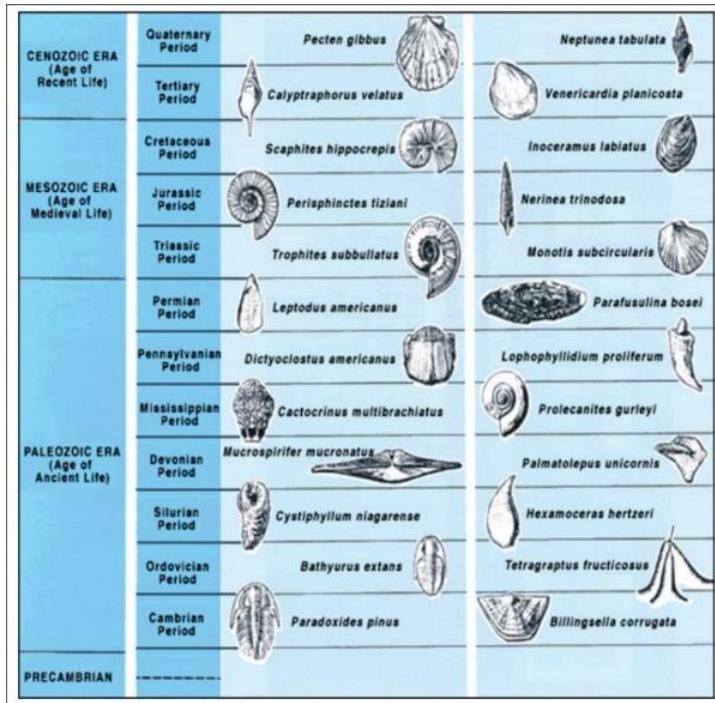
Kembali kita pertanyaan kapan Allah menciptakan makhluk hidup dan apa kaitannya dengan Paleontologi?

Berdasarkan kajian-kajian geologi pada batuan tertua yang dijumpai di permukaan bumi, yaitu sekitar 3,8 miliar tahun yang lalu di Atlantik Utara yang membentang dari Skotlandia Utara melalui Greenland hingga Amerika Utara berupa batuan kerak bumi. Pada batuan ini tidak dijumpai adanya jejak kehidupan. Jejak kehidupan baru dijumpai pada batuan yang berumur 3,48 miliar tahun berupa Stromatolit, batuan berlapis yang terbentuk dari ekskresi mikroba fotosintesis. Stromatolit ini dianggap sebagai bukti kehidupan tertua di muka bumi.

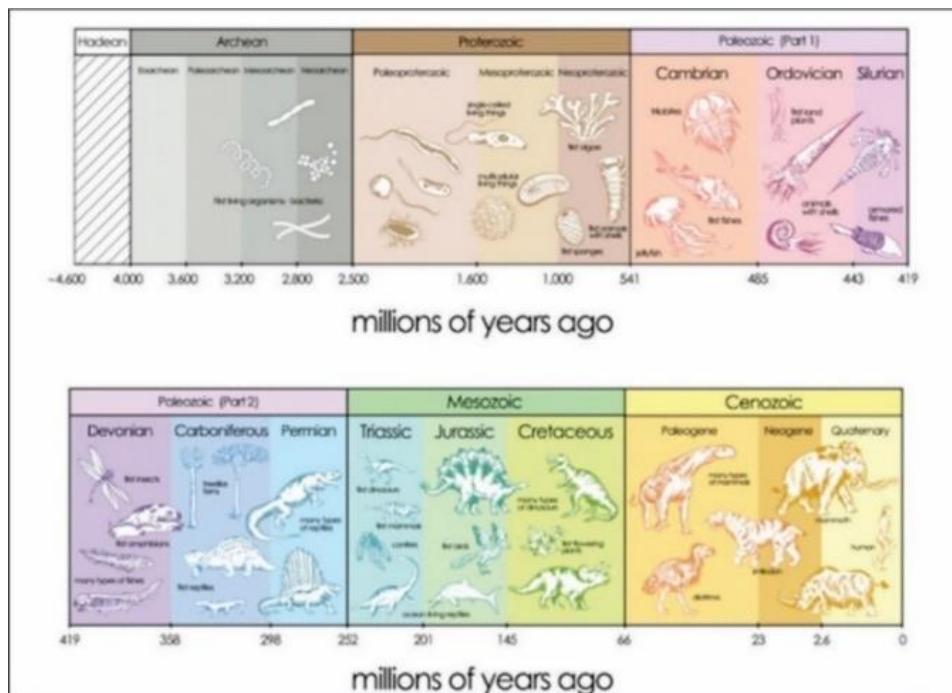
Berdasarkan biologi modern, sejarah evolusi total dari awal kehidupan hingga hari ini telah terjadi sejak 3,5 hingga 3,8 miliar tahun yang lalu, jumlah waktu yang telah berlalu sejak nenek moyang universal terakhir dari semua organisme hidup seperti yang ditunjukkan oleh penanggalan geologis. Masa awal ini dikatakan kehidupan yang samar dikelompokkan sebagai Kelompok Proterozoikum (Gambar 8), di mana pada Proterozoikum tidak terlihat atau bukti kehidupan yang nyata, bukti kehidupan yang dijumpai hanya berupa fosil dari kehidupan bersel satu atau kelompok bakteri, tidak dijumpai bukti kehidupan yang jelas dan mudah dikenal seperti yang kita lihat sekarang ini.

Baru pada batuan yang berumur lebih muda sekitar 542 juta mulai dijumpai bukti kehidupan yang lebih nyata dan dapat dilihat dengan mata telanjang, sehingga batasan umur 542 juta tahun ini dikatakan sebagai batas kehidupan nyata, karena jejak kehidupannya bisa diidentifikasi dan dikenal sebagai kelompok Fanerozoikum.

Berawal dari kehidupan nyata ini mulailah dilakukan pengkajian terhadap kandungan makhluk yang terdapat dalam batuan, sehingga dapat dikenal fosil-fosil tertentu yang hidup pada zaman tertentu (*index fossil*) (Gambar 8) pula sesuai dengan konsep dasar geologi, yaitu Fauna (fossil) Succession yang tersusun dalam skala geokronologi (*Geochronological Scale*) dan skala waktu geologi (Gambar 9 dan 10).



Gambar 8. Fosil penunjuk untuk setiap zaman (<http://pubs.usgs.gov/gip/geotime/fossils.html>)

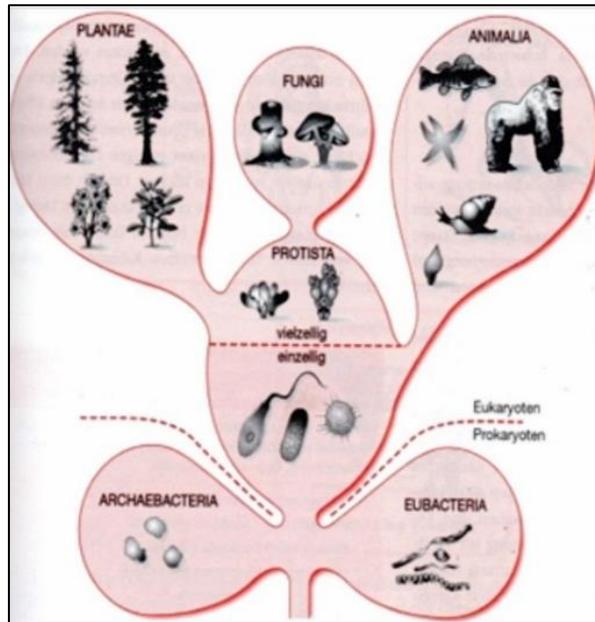


Gambar 9. Skala Geokronologi (<https://www.tutor2u.net/geography/reference/aqa-gcse-geography-climate-change-quaternary-period>)

Skala Waktu Geologi (International Commission on Stratigraphy, 2009)			
Eon	Era	Period	Dates (m.y.)
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	3-0
		Neogene	23-3
		Paleogene	66-23
	Mesozoic	Cretaceous	146-66
		Jurassic	200-145
		Triassic	251-200
	Paleozoic	Permian	299-251
		Carboniferous	359-299
		Devonian	416-359
		Silurian	444-416
		Ordovician	488-444
		Cambrian	542-488
Proterozoic	Neoproterozoic	Ediacaran	635-542
		Cryogenian	850-635
		Tonian	1000-850
	Mesoproterozoic	Stenian	1200-1000
		Ectasian	1400-1200
		Calymmian	1600-1400
	Paleoproterozoic	Statherian	1800-1600
		Orosirian	2050-1800
		Rhyacian	2300-2050
		Siderian	2500-2300
Archean	Neoarchean		2800-2500
	Mesoarchean		3200-2800
	Paleoarchean		3600-3200
	Eoarchean		4000-3600

Gambar 10. Skala Waktu Geologi

Dari berbagai fosil yang ditemukan dalam lapisan batuan dari umur yang berbeda dari tua ke muda, khususnya ahli paleobiologi atau paleontologi telah membuat rangkaian pohon kehidupan yang dimulai dari kehidupan awal berupa bakteri atau kehidupan bersel satu menjadi kehidupan seperti yang kita lihat sekarang (Gambar 11).

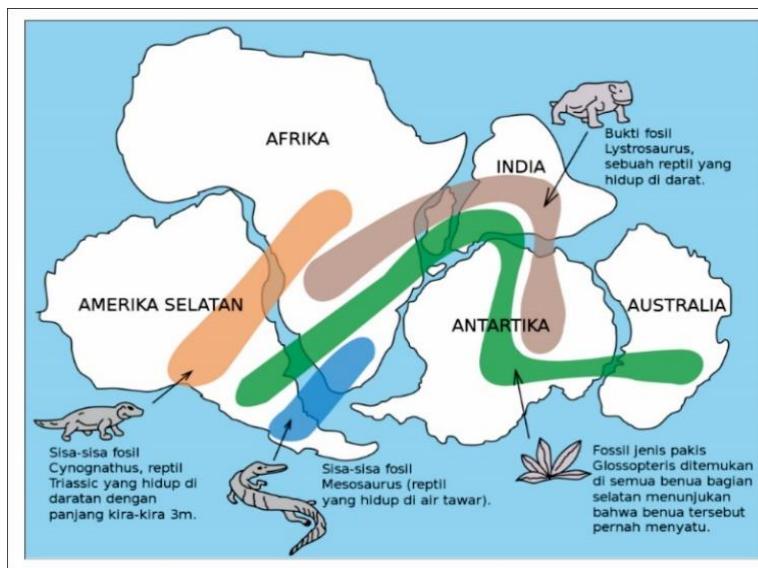


**Gambar 11.** Pohon kehidupan yang dimulai dari bersel satu menjadi bersel banyak dan tumbuhan (Stanley, 1999)

Dari keberadaan jejak-jejak kehidupan ini bisa juga dilakukan rekonstruksi perkembangan kontinen yang ada pada saat itu sehingga kita bisa mengatahui bahwa kontinen-kontinen pernah sebagai kesatuan yang berbeda dengan posisi yang kita lihat sekarang (Gambar 12).

Rekonstruksi kontinen didasarkan pada keberadaan jenis binatang bertulang belakang kelompok Sauria reptil darat, sebagai contoh binatang Lystrosaurus pada saat sekarang dijumpai fosilnya di lokasi-lokasi yang tersebar di beberapa benua, ada yang dijumpai di dalam batuan yang terdapat di benua Antartika bagian tengah dan bagian utara, jenis binatang yang sama juga dijumpai di beberapa tempat di India bagian barat, tengah, dan timur. Berdasarkan pada lokasi penemuan fosil Lystrosaurus dilakukan rekonstruksi penyebarannya di masing-masing benua. Untuk menjelaskan mengapa hewan Lystrosaurus bisa dijumpai di benua yang berbeda, berdasarkan posisi geografisnya benua ini letaknya berjauhan dan dibatas oleh samudra yang luas dan dalam yang tidak bisa diseberangi dengan berenang. Hewan yang hidup di daratan bisa berpindah tempat hanya melalui jalan darat. Dengan memperhatikan bentuk benua-benua yang ada saat ini, seperti terdapatnya kemiripan tepi barat benua Afrika dengan tepi timur benua Amerika Selatan, dengan dijumpai fosil hewan Gynognathus di bagian tengah Amerika selatan

dan di tepi timur sampai ke bagian tengah benua Afrika, hanya satu kemungkinan yang menjelaskan, yaitu benua Afrika dengan benua Amerika Selatan dahulu pernah menyatu sebagai satu daratan. Rekonstruksi yang sama juga dilakukan berdasar bukti fosil tumbuhan *Glossopteris* sejenis pakis, di mana fosil *Glossopteris* ini dijumpai di semua benua bagian selatan, mulai dari Australia, Antartika, India, hingga Madagaskar Selatan. Bukti lain yang memperkuat rekonstruksi bahwa benua-benua yang kita kenal sekarang pernah sebagai satu benua yang besar, yaitu ditemukannya fosil kelompok reptil yang hidup di air tawar di benua yang berbeda di Amerika Selatan bagian selatan dan Afrika bagian selatan, saat ini kedua benua ini dibatasi oleh samudra yang sangat luas. Benua-benua yang menyatu ini disebut sebagai **Pangea** yang mencapai puncak penyatuaannya pada zaman Permian kira-kira 290-251 juta tahun yang lalu (Gambar 12).



Gambar 12. Rekonstruksi kontinen berdasarkan jejak makhluk hidup (Fosil) (Osvaldocangaspadilla, 2010).

## 2.1. Pembelajaran Fosil di ITB

Pembelajaran tentang fosil diberikan dalam bentuk mata kuliah Paleontologi. Paleontologi secara umum berdasarkan ukuran dan jenis dari fosilnya, dikelompokkan atas Paleontologi Makro dan Paleontologi Mikro.

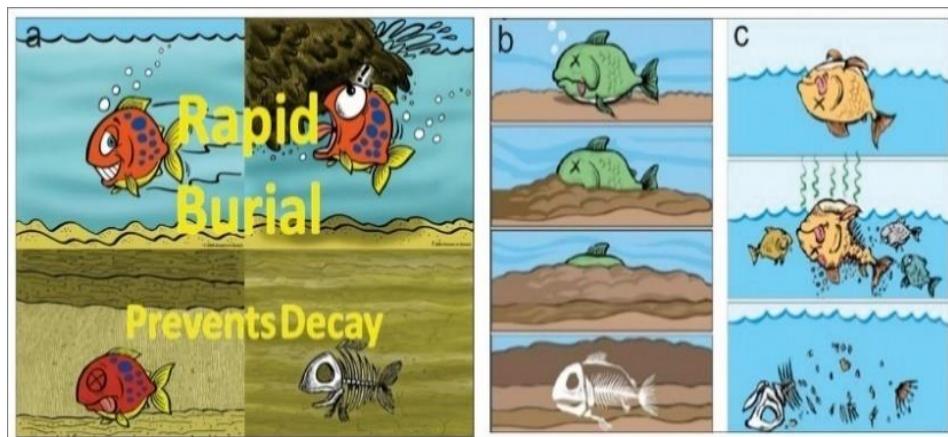
Pada kesempatan ini saya hanya akan menjelaskan bagian yang selama ini ditekuni, yaitu Paleontologi Makro yang di dalamnya termasuk fosil jejak.

Makrofossil, yaitu fosil yang berukuran besar atau yang dapat dilihat tanpa menggunakan alat bantu berupa mikroskop, di mana kita dapat melihat dan mengamati secara langsung terhadap objek (fosil). Laboratorium Paleontologi khususnya makropaleontologi sampai saat ini dapat dikatakan sebagai laboratorium terlengkap di samping peralatan yang digunakan juga jumlah koleksi fosil dari seluruh perguruan tinggi yang ada di Indonesia. Selain itu, di kelompok keahlian kami juga terdapat ahli yang sangat mumpuni.

Dalam pembelajarannya, paleontologi makro ini dibagi atas 4 kelompok hewan dan tanaman, yaitu kelompok hewan invertebrata (hewan tidak mempunyai tulang belakang), kelompok hewan vertebrata (hewan bertulang belakang), kelompok tumbuhan dan kelompok fosil jejak. Pembelajaran ini tidak hanya berbicara tentang fosil saja tetapi termasuk juga proses terjadinya fosil.

Tentunya muncul pertanyaan yang cukup mendasar, apakah semua binatang atau semua makhluk hidup dan jejaknya bisa menjadi fosil? Di sinilah terlihat peran atau pentingnya proses pemfosilan.

Pada dasarnya semua makhluk hidup termasuk jejaknya bisa menjadi fosil, tetapi terdapat beberapa persyaratan harus dipenuhi untuk bisa menjadi fosil (Gambar 13).

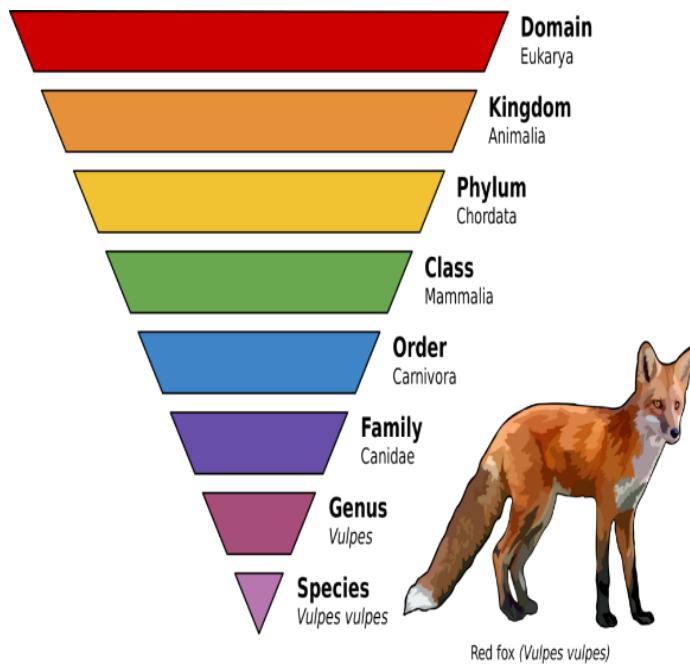


**Gambar 13.** Kartun terjadi proses pembentukan fosil. (<https://sciencewithpizzi.weebly.com/what-can-be-found-inside-a-rock.html>) a. Ikan tertimbun sedimen secara cepat, b. Ikan tertimbun secara perlahan, c. Ikan tubuhnya hancur dirusak predator sebelum tertimbun.

1. Binatang mati harus segera tertimbun atau ditutupi oleh lapisan sedimen agar terhindar dari proses pelapukan atau pembusukan atau dirusak oleh binatang lain.
2. Selama proses penimbunan harus terjadi penggantian bagian yang lunak atau jaringan oleh unsur atau ion yang terlarut.
3. Tidak terjadi pengrusakan akibat proses tektonik atau proses endongan.

### 2.1.1. Paleontologi Invertebrata

Makrofossil yang dipelajari di ITB meliputi fosil hewan yang tidak bertulang belakang (invertebrata), hewan bertulang belakang (vertebrata), dan tumbuhan. Pengajaran dilakukan dengan memberikan pengenalan taksonomi, juga tata cara pengelompokan makhluk hidup (Gambar 14).

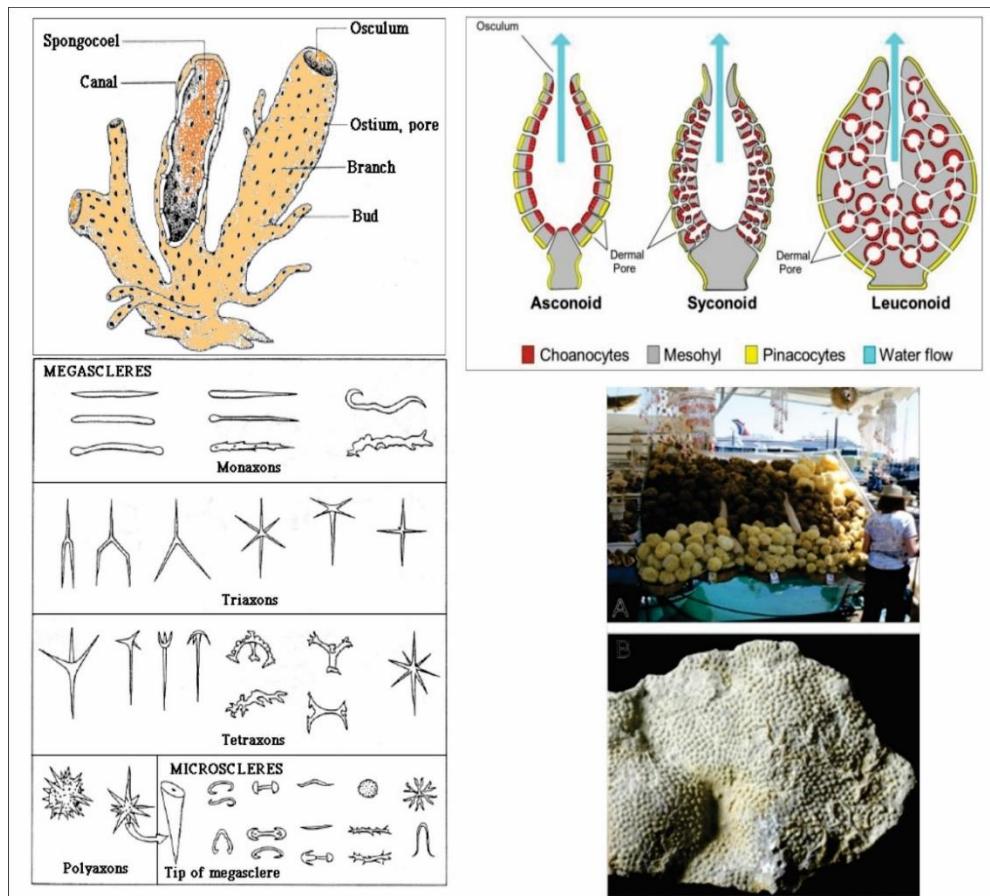


**Gambar 14.** Taksonomi makhluk hidup  
[\(https://en.wikipedia.org/wiki/Taxonomic\\_rank#/media/File:Taxonomic\\_Rank\\_Graph.svg\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Taxonomic_rank#/media/File:Taxonomic_Rank_Graph.svg)

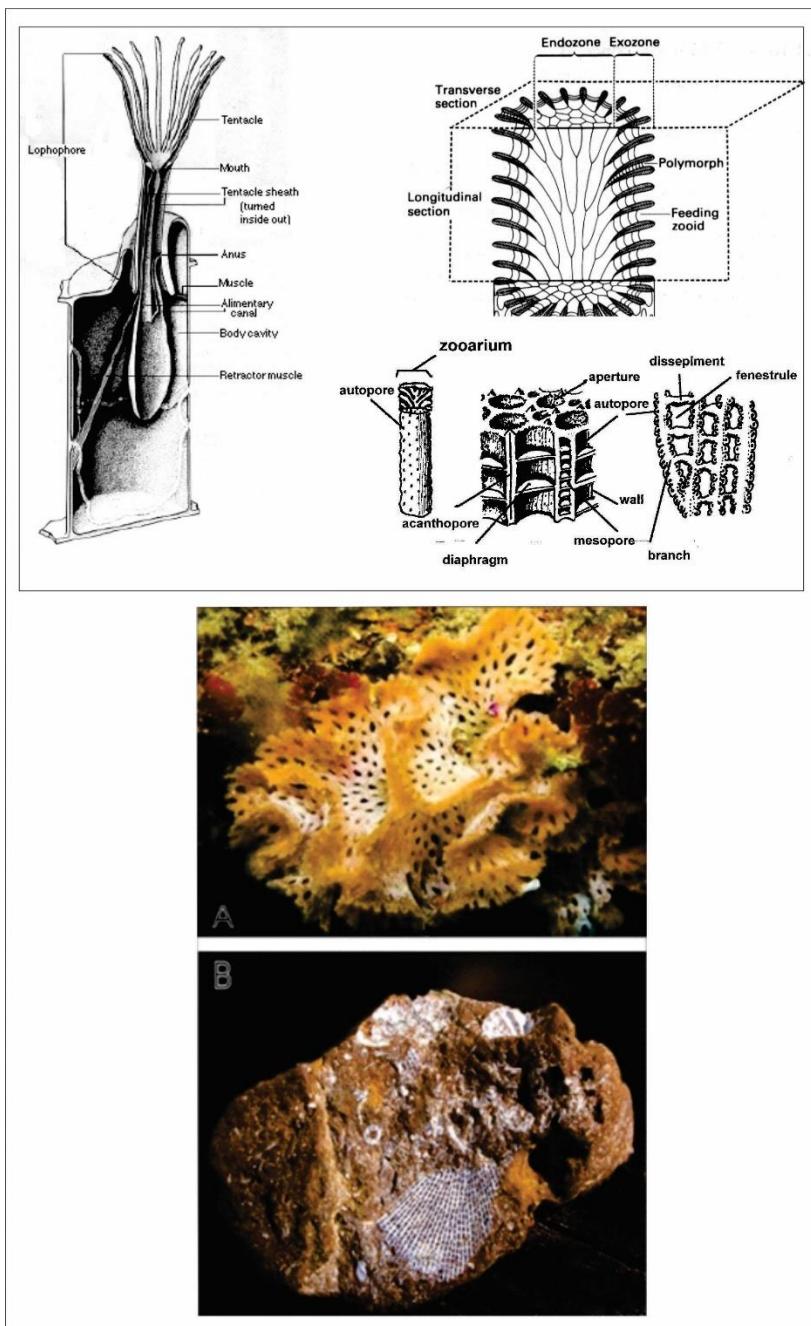
Pembelajaran makrofossil berupa hewan tanpa tulang belakang (invertebrata) meliputi Filum Porifera (binatang yang tubuhnya berpori disebut juga sebagai spongia) (Gambar 15), Briozoa (binatang bertubuh lunak seperti Algae) (Gambar 16), Coelenterata (binatang yang tubuhnya menyerupai kantong (Gambar 17), Echinodermata (binatang berkulit duri)

(Gambar 18), Moluska, Brachipoda (Gambar 19) dan Arthropoda (binatang beruas) (Gambar 20), yaitu dengan mempelajari bangun dasar tubuh dan ciri-ciri yang dimiliki setiap jenis filumnya, di mana setiap filum mempunyai bangun dasar tubuh dan ciri-ciri spesifik yang digunakan sebagai pembeda dari filum lainnya. Dari ciri filum diidentifikasi sampai pada genus dan spesies.

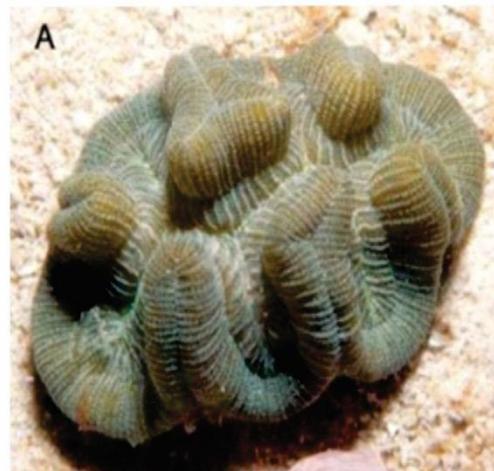
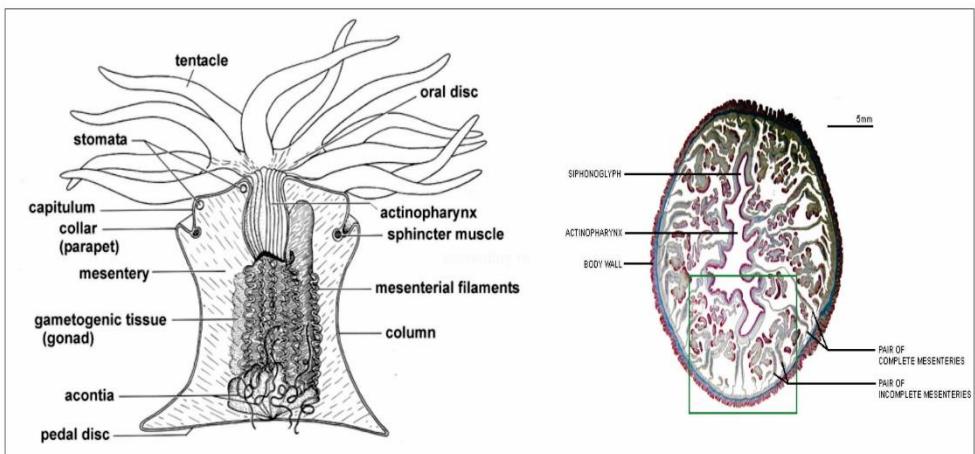
Ciri dan bentuk dasar dari filum Porifera:



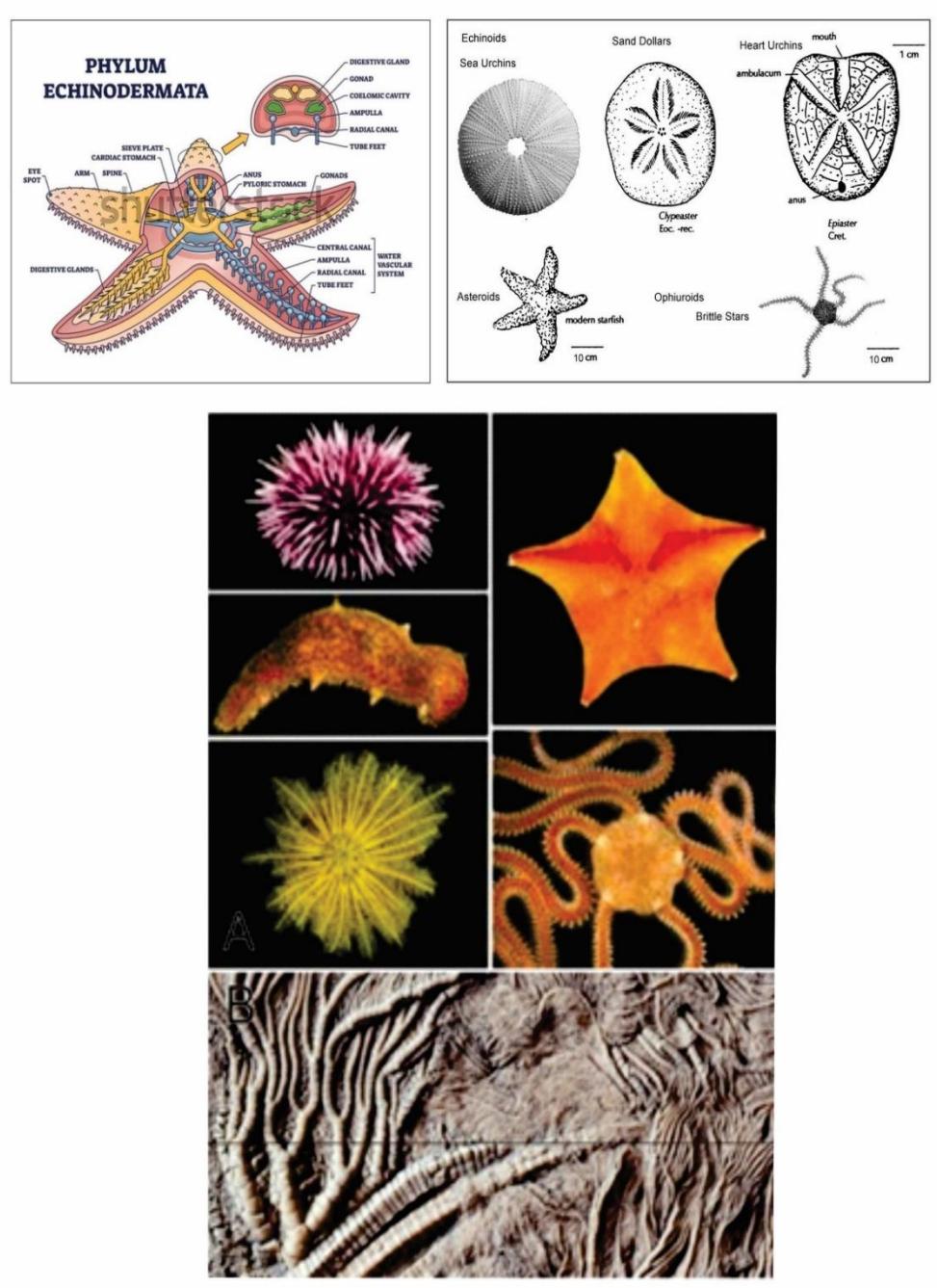
**Gambar 15.** Bangun dasar tubuh , material pembentuk, contoh porifera yang masih hidup dan fosil ([https://fossiliid.info/39?mode=in\\_baltoscandia&lang=en#gallery-1](https://fossiliid.info/39?mode=in_baltoscandia&lang=en#gallery-1)



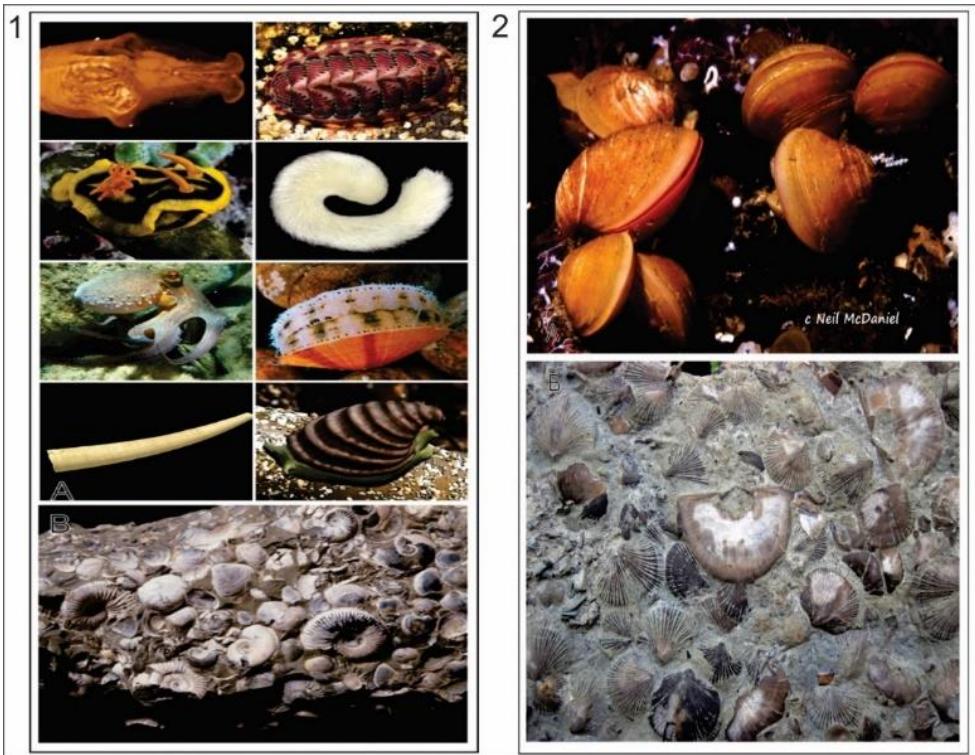
**Gambar 16.** Bentuk dasar tubuh dan bagian-bagiannya dan contoh Briozoa yang masih hidup dan yang telah menjadi fosil (Ordo Fenestellat) (<https://fossillady.com/category/bryozoan-fossils/>)



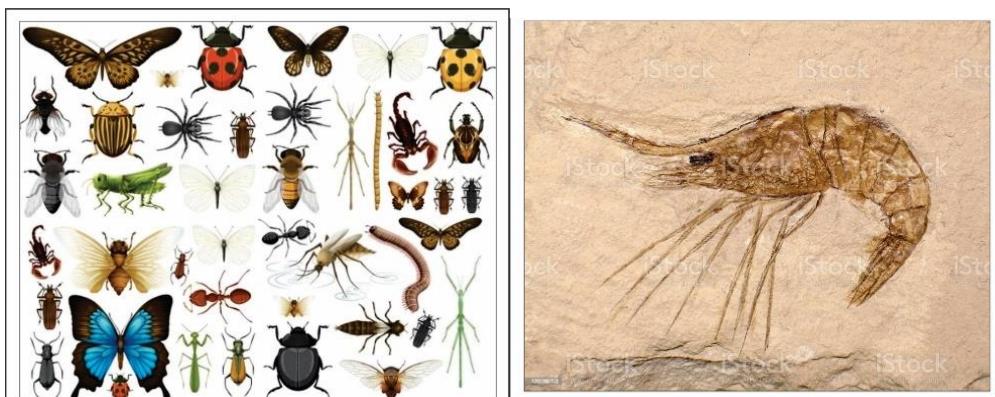
**Gambar 17.** Bentuk dasar tubuh Coelenterata dan contoh yang masih hidup saat ini danyang telah menjadi fosil (kelas Meandrina) (<https://fossillady.com/category/florida-corals-fossils/>)



**Gambar 18.** Bentuk dasar tubuh Echinodermata dan pembagiannya; jenis yang masih hidup sekarang dan yang telah menjadi fosil (<https://www.google.com/search?q=echinodermata+fossil&tbo>)



**Gambar 19.** 1A. Contoh Filum Moluska hidup sekarang (<https://www.google.com/search?q=moluska&tbo>), 1B. Contoh fosil Moluska; Kumpulan fosil ammonite dan bivalve <https://www.sciencephoto.com/media/171544/view>), 2A. Contoh Filum Brachiopoda yang hidup saat sekarang (<https://www.google.com/search?q=brachiopoda&tbo>), 2B. Contoh fosil Brachiopoda <https://www.flickr.com/photos/jsjgeology/42524251044>

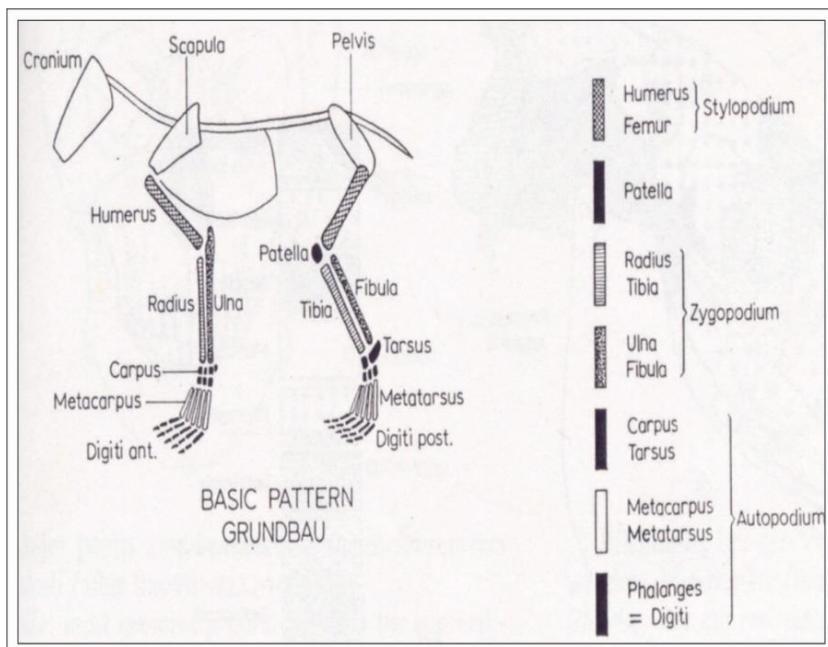


**Gambar 20.** A. Contoh Filum Arthropoda yang hidup sekarang (<https://insects.fandom.com/wiki/Arthropoda>), B. Contoh fosil Arthropoda fosil Udang (<https://www.istockphoto.com/se/foto/fossil-shrimp-gm139266708-340000>)

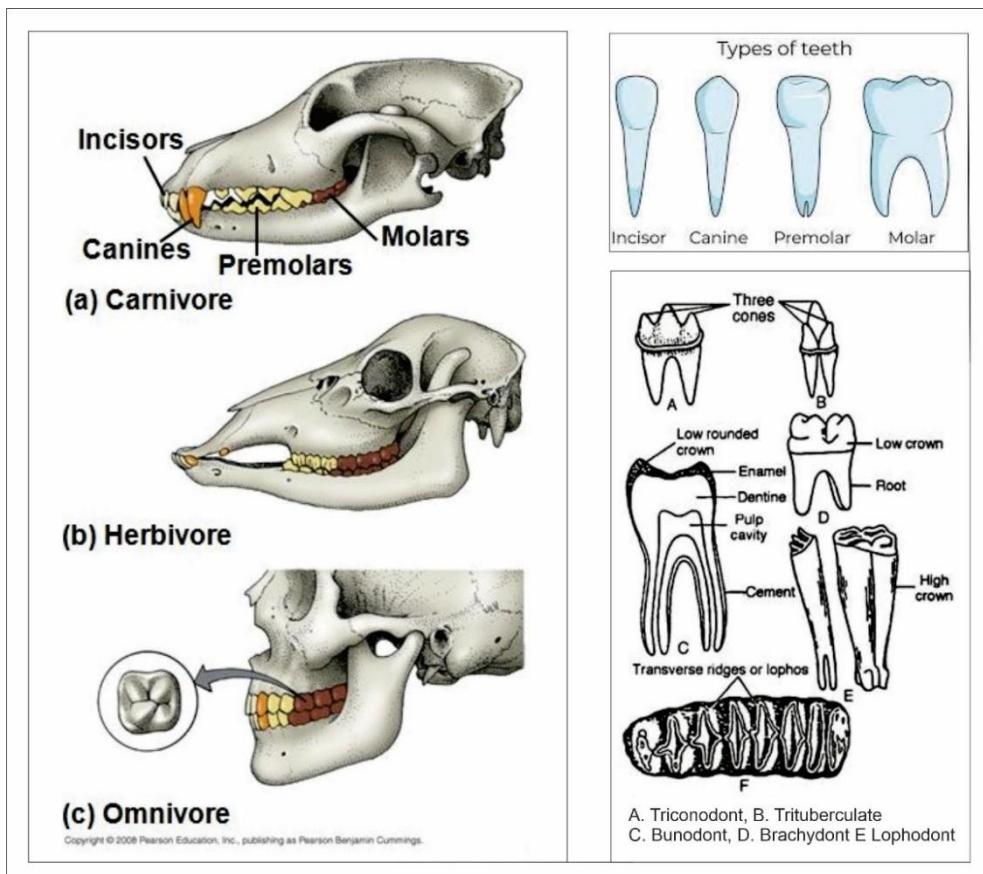
## 2.1.2. Paleontologi Vertebrata

Hampir sama halnya dengan pembelajaran untuk hewan bertulang belakang (vertebrata), yaitu dengan mempelajari bangun dasar tubuh hewan vertebrata, dan secara khusus pengenalan bentuk giginya. Bentuk dan struktur dasar gigi hewan vertebrata menjadi ciri pembeda antara kelompok jenis vertebrata (Gambar 21), di mana setiap kelompoknya mempunyai ciri yang sangat khas pembeda dari hewan vertebrata. Dari jenis atau susunan giginya kita dapat membeda antara hewan yang bersifat karnifora, herbifora, atau omnifora (Gambar 22).

Pada pembelajaran hewan vertebrata di ITB diberikan dalam bentuk kuliah pilihan, ternyata tidak banyak mahasiswa kita yang berminat untuk belajar hewan vertebrata. Selain mengenal dan mempelajari bangun dasar tubuh secara teoretis, juga mengenal ciri-ciri dari masing-masing tulang serta mempraktikkan secara langsung pada koleksi kami berupa tulang hewan yang masih ada saat ini, serta membanding dengan kondisi tulang setelah menjadi fosil.



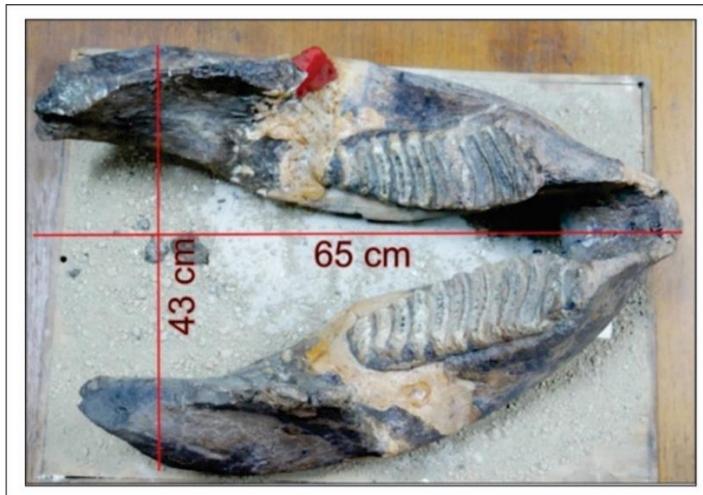
Gambar 21. Bangun dasar tubuh hewan bertulang belakang (Schmid, 1972)



**Gambar 22.** Gigi hewan Karnifora, Herbifora, Omnifota, Jenis dan bentuk gigi

Beberapa koleksi kami miliki dan digunakan sebagai visualisasi dalam pembelajaran paleontologi vertebrata antara lain:

- Rahang bawah Stegodon trigonocephalus dari Sangiran (Gambar 23)
- Kumpulan berbagai fosil berupa pecahan tulang, gading, gigi dan tumbuhan (Gambar 24)
- Tulang belakang ikan Paus dari daerah sukabumi (Gambar 25)
- Beberapa fragmen tulang (Gambar 26 dan 27)



**Gambar 23.** Rahang bawah dari *Stegodon trigonocephalus* dari daerah Bapang-Sangran Jawa Tengah



**Gambar 24.** Kumpulan berbagai fosil berupa fragmen tulang hewan bertulang belakang, fosil kayu, pecahan gigi bovide.



**Gambar 25.** Tulang rahang bawah dan tulang belakang Ikan Paus berumur Miosen Atas (12 jt tahun yang lalu) dari Surade- Sukabumi Jawa Barat



**Gambar 26.** Pecahan kepala dengan rahang atas dari badak (Rhino) dari Karawang Jawa Barat dan Bonggol paha atas dari kelompok Gajah (Stegodon) dari daerah Perning (Jawa Timur)



**Gambar 27.** Kumpulan fosil berupa Rahang bawah, engsel lutut, tanduk Banteng, kepala kerbau, potongan gading stegodon.

Dalam pembelajaran fosil vertebrata ini, di samping fosil asli, kami juga menggunakan cetakan fosil berupa replika dari fosil aslinya (Gambar 28). Juga kami menerapkan cara eksplorasi fosil terutama untuk hewan yang berukuran kecil seperti fosil kelompok binatang penggerek (*rodent*) (Gambar 29).



**Gambar 28.** Kumpulan cetakan fosil/replika dari berbagai jenis tulang

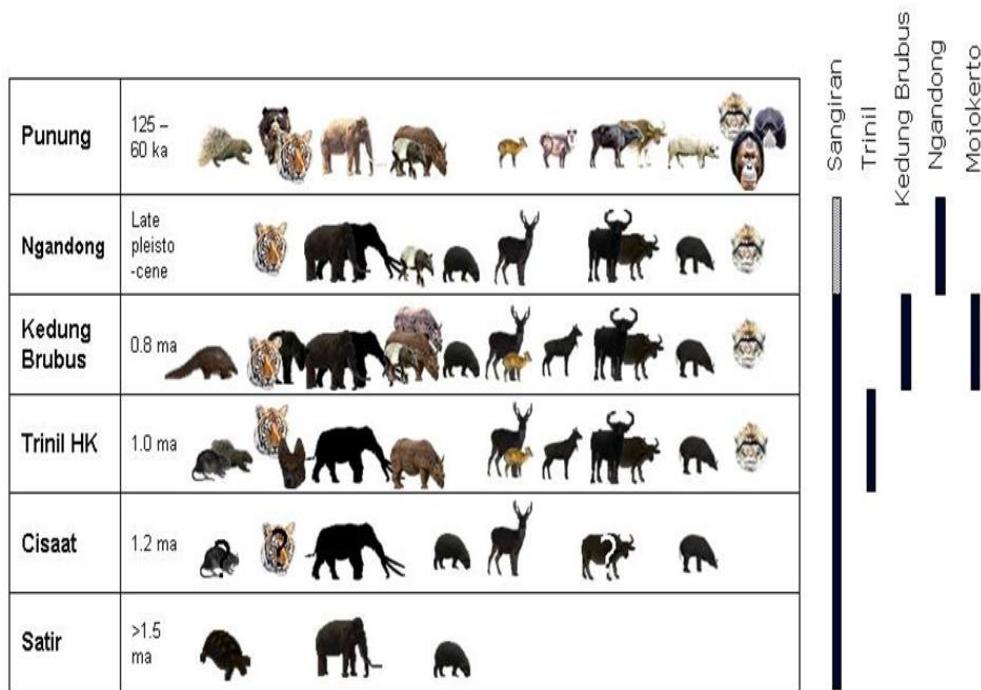


**Gambar 29.** Salah satu cara eksplorasi fosil dari kelompok hewan berukuran kecil

Penelitian tentang hewan bertulang belakang ini di Indonesia telah dimulai sejak lama, diawali oleh Eugène Dubois yang bertugas sebagai dokter ahli bedah tentara Belanda di Indonesia melakukan ekspedisi di pulau Sumatra pada tahun 1887 dalam rangka mencari dan mempelajari manusia purba, dia memulai penggalian di berbagai gua di Sumatra Barat, tetapi ekspedisinya belum selesai dilakukan, dia pindah ke Jawa. Di Pulau Jawa dia juga melakukan pencarian jejak Hominin di Trinil Jawa Tengah, pada tahun 1890 Dubois menemukan sebuah fragmen rahang, sebuah tengkorak, serta tulang paha, yang kemudian disebutnya sebagai *Pithecanthropus erectus*, atau "manusia kera tegak". Seorang profesor dari Universitas Munchen Jerman yang bernama Emil Selenka tertarik akan temuan Dubois dan ingin melakukan pencarian lebih lanjut, tetapi sebelum ekspedisi dimulai Emil Selenka meninggal dunia, ekspedisi dilanjutkan oleh istrinya yang bernama Lenore Selenka, penggalian dilakukan di daerah Trinil jawa Tengah berlangsung 1907-1908. Dia banyak sekali mendapat fosil berupa tulang vertebrata, semua temuan ini dibawa ke Jerman.

Dari berbagai fosil yang dikoleksi oleh Dubois ini kemudian dipelajari lagi oleh John de Vos dan membuat pengelompokan hewan atau stratigrafi vertebrata berdasarkan umurnya dari yang tertua sampai yang termuda, yaitu yang tertua dikatakan sebagai Satir Fauna, Cisaat Fauna, Trinil HK (*Haupt Knochenschicht*), Kedung Brubus, dan Ngandong Fauna (de Vos dan Vu, 2001).

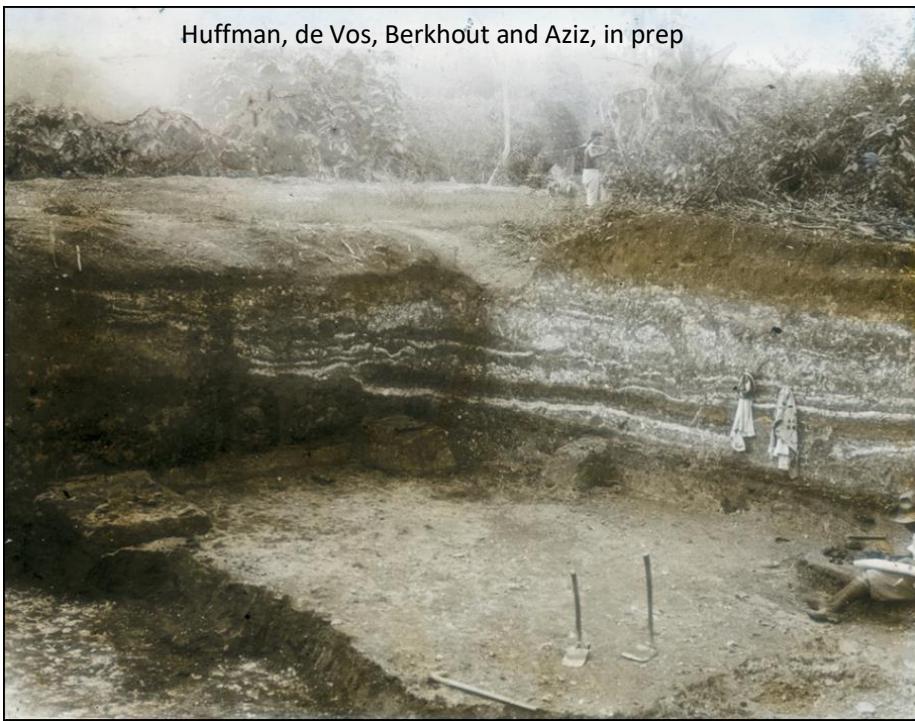
Stratigrafi vertebrata ini kami (saya dan Dr. Christine Hertler), melengkapi stratigrafi yang dibuat de Vos dengan data fosil koleksi Selenka (Gambar 30).



**Gambar 30.** Stratigrafi vertebrata pualu Jawa – Indonesia (Hertler & Rizal, 2005)

Berikut ini beberapa gambar yang menunjukkan kegiatan penelitian berupa ekskavasi yang dilakukan di Desa Ngandong, Jawa Tengah (Gambar 31, 32, dan 33)

Huffman, de Vos, Berkhout and Aziz, in prep



Gambar 31. Ekskavasi yang dilakukan di Desa Ngandong oleh peneliti Belanda pada tahun 1930

Foto by Zaim



Gambar 32. Ekskavasi teras Ngandong tahun 2008 oleh Tim IOWA dan ITB



**Gambar 33.** Temuan fosil berupa tulang vertebrata hasil ekskavasi teras Ngandong

Beberapa dari fosil vertebrata merupakan hasil penelitian yang cukup spektakular sebagai temuan pertama di Indonesia (Gambar 25), yaitu fosil ikan paus yang berumur sekitar 12 juta tahun yang ditemukan di daerah Surade -Sukabumi dan temuan fosil Stegodon trigonocephalus dengan tubuh yang relatif lengkap, lebih dari 70% bagian rangka tubuh yang ditemukan di Sungai Cisaar, Kadipaten, Sumedang.

Masing-masing temuan ini mempunyai cerita yang unik, untuk fosil Ikan Paus berawal dari informasi penduduk setempat kepada salah seorang kurator museum Sri Baduga, tapi dia sendiri tidak tahu benda apa yang dilaporkan penduduk tersebut, dan mereka mengajak tim dari ITB untuk melihat ke lapangan. Di lapangan kami menjumpai sebagian dari tulang belakang ikan paus tersebut digunakan untuk memasak di lading. Hampir sama halnya dengan penemuan awal fosil Stegodon di lembah sungai Cisaar Kadipaten – Sumedang.

Pada awalnya kami diberi tahu oleh seorang penduduk lokal bahwa dia menemukan tulang yang tertanam dalam lapisan batu cadas (Gambar 34), tim kami dari lab. Paleontologi makro dibantu oleh masyarakat lokal mulai melakukan penggalian yang di sponsor oleh **Yayasan Lapi ITB** sampai kami bisa mengeluarkan fosil berupa gading gajah purba (Stegodon) dari lapisan batu lempung (Gambar 35). Selama proses penggalian terdapat kendala berupa banjir bandang yang menyebabkan lubang galian tertutup oleh endapan banjir (Gambar 36), banjir tersebut mengakibatkan kondisi fosil menjadi pecah (Gambar 37). Hasil penggalian gading Stegodon ini dipajang di selasar Teknik Geologi (Gambar 38), sedangkan tubuhnya masih disimpan di

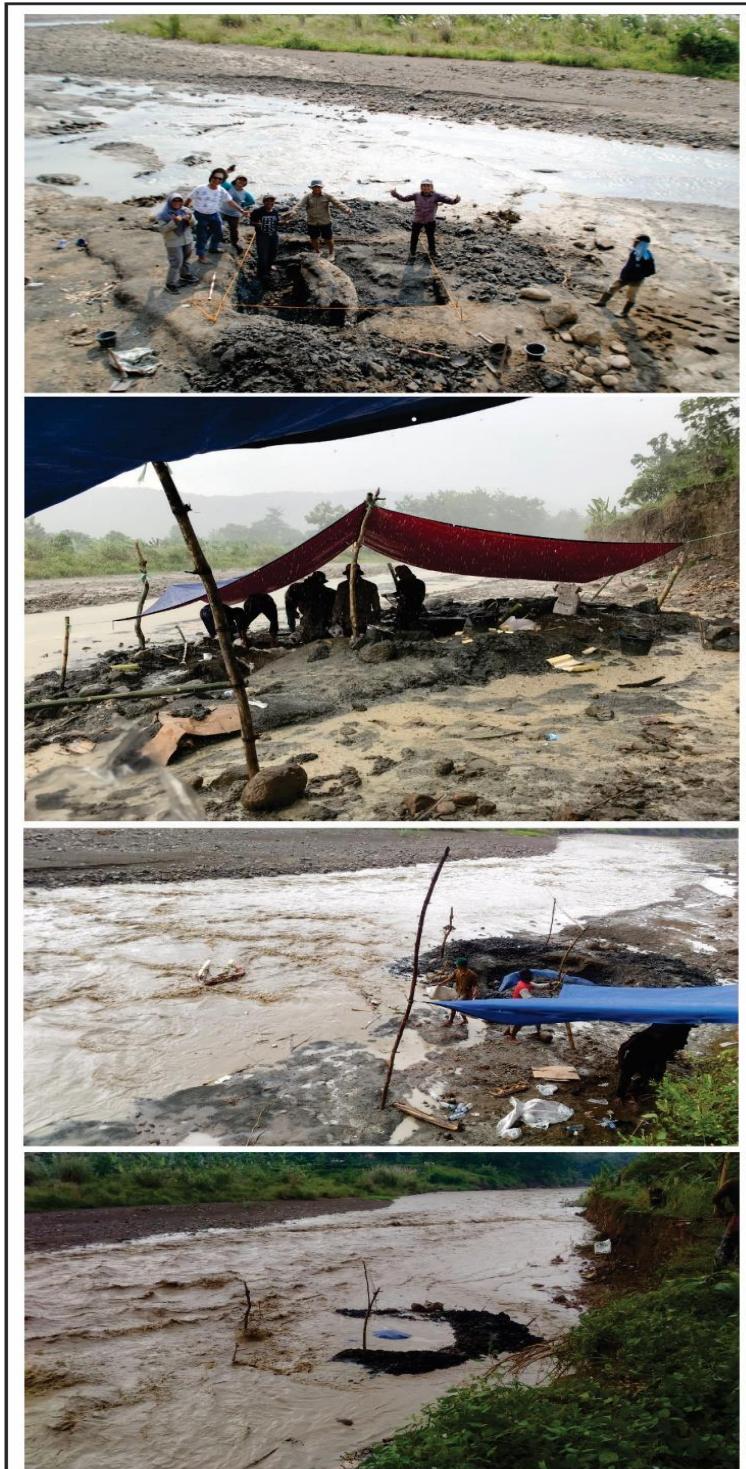
museum Geologi, dikarenakan tidak adanya ruang untuk dipajang di lingkungan ITB.



**Gambar 34.** Kenampakan awal fosil gading yang tertanam dalam batu lempung



**Gambar 35.** Penggalian fosil gading Stegodon dan tim ITB



**Gambar 36.** Banjir bandang saat penggalian gading



**Gambar 37.** Atas: Kondisi fosil sebelum terkena banjir, Bawah: Kondisi fosil menjadi pecah waktu pengambilan setelah terkena banjir



Gambar 38. Gading Stegodon di ruang selasar Teknik Geologi ITB

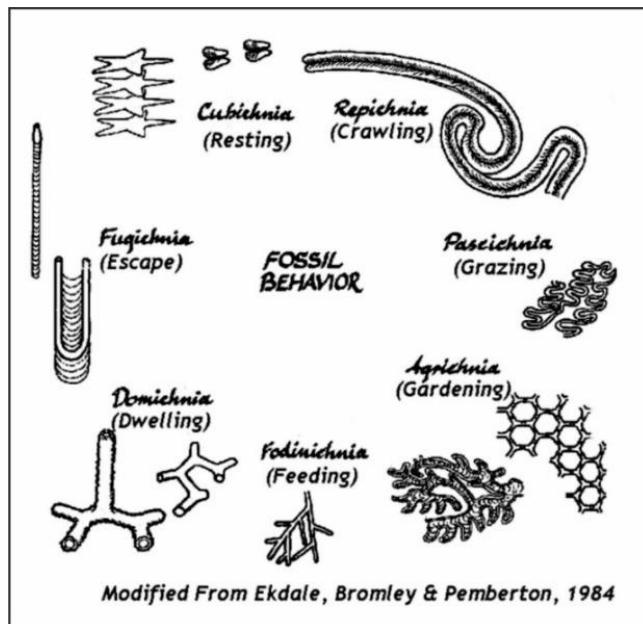
Temuan kami (kelompok peneliti KK Makropaleontologi) berupa fosil stegodon ini merupakan temuan yang telengkap di Indonesia, lebih dari 70% tulang-tulang masih dapat dikenal baik. Hasil temuan ini pada awalnya akan dipajang di ITB sebagai ikon ITB berupa gajah, tetapi sayangnya pihak ITB tidak memberi fasilitas ruang/tempat untuk dipajang sebagai hasil temuan yang monumental.

### 2.1.3. Fosil Jejak

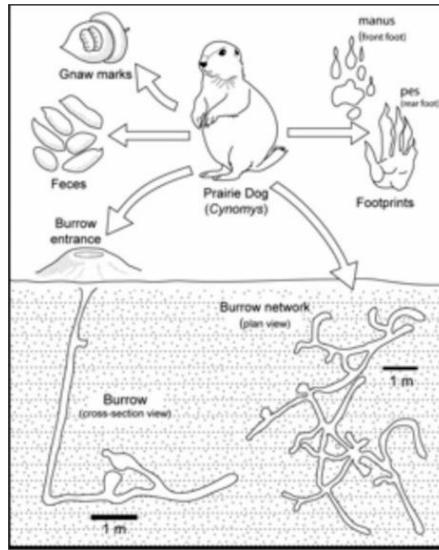
Berbeda dengan pembelajaran fosil hewan invertebrata maupun fosil vertebrata, dalam pembelajaran fosil jejak di sini pengajaran didasarkan data pengenalan pengamatan yang sangat detail dari ciri-ciri fosil jejak tersebut.

Fosil jejak itu sendiri dibedakan atas sifat atau cara terbentuknya, di mana ada jejak yang terbentuk sebagai tempat istirahat (*resting*) dinamakan **Cubichnia**, jejak rayapan (*crawling*) dinamakan **Repichnia**, jejak jalan keluar (*escape*) disebut **Fugichnia**, seretan (*grazing*) disebut **Paseichnia**, jejak sebagai tempat tinggal (*dwelling*) disebut **Domichnia**, jejak berbentuk jaringan (*gardening*) disebut **Agrichnia**, jejak makanan (*feeding*) (**Fodinichnia**) (Gambar 39), karena fosil-fosil jejak ini relatif mirip sehingga sering kali terjadi

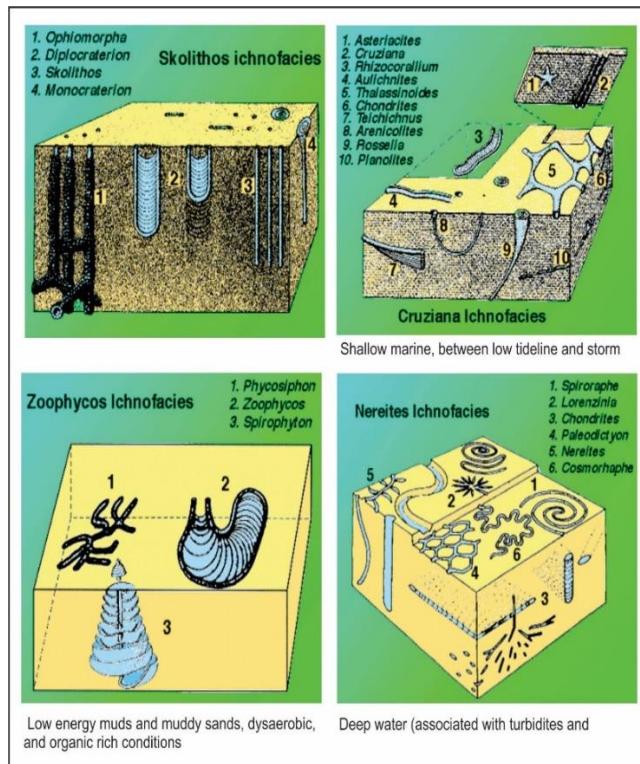
kesalahan dalam pengamatan yang menyebabkan terjadinya salah penafsiran lingkungan pengendapan. Di samping pengajaran tentang deskripsi dari satu fosil jejak juga diajarkan mengenai asosiasi fosil tersebut dengan fosil jejak lainnya di tempat atau pada lapisan tempat fosil jejak tersebut terdapat. Kalau hanya dari satu jenis fosil jejak saja digunakan untuk menentukan lingkungan pengendapan akan menimbulkan salah interpretasi lingkungan pengendapan yang sebenarnya. Asosiasi fosil jejak ini sangat penting digunakan dalam penentuan lingkungan pengendapan karena fosil jejak ini tidak pernah mengalami transportasi atau selalu berada di tempat binatangnya hidup, di samping itu juga 1 individu binatang dapat meninggal beberapa jejak (Gambar 40), sehingga dalam mempelajari fosil jejak perlu mengetahui fasies fosil jejak (Gambar 41). Sebagai contoh dalam mempelajari fosil jejak sangat diperlukan ketelitian dalam melihat keberadaan fosil jejak dalam batuan seperti pada gambar 42, secara kenampakan hampir sama dengan struktur sedimen, kalau tidak mengenal dengan baik bentuk dasar dari fosil jejak mungkin tidak akan dapat mengetahui apakah itu fosil jejak atau bukan. Setelah mengetahui jenis fosil jejaknya serta asosiasinya maka dapat ditentukan tempat fosil jejak tersebut terdapat (Gambar 43)



**Gambar 39.** Jenis jenis fosil jejak (Frey and Pemberton, 1985)



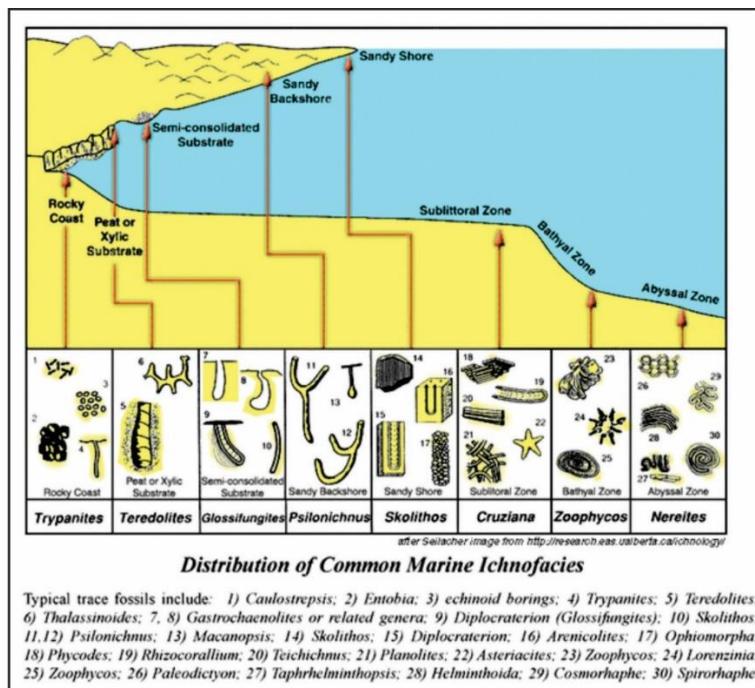
**Gambar 40.** Jejak yang bisa dihasilkan oleh 1 individu (Hasiotis, 2002, 2007; MacEachern et al., 2007a)



**Gambar 41.** Fasies fosil jejak (<http://www.es.ucl.ac.uk/tf/skolithos.gif>, <http://www.es.ucl.ac.uk/tf/cruziana.gif>, <http://www.es.ucl.ac.uk/tf/zoophycos.gif>, <http://www.es.ucl.ac.uk/tf/nereites.gif>)



Gambar 42. Contoh fosil jejak yang dijumpai dalam inti bor (Pemberton, 2011)



Gambar 43. Fosil jejak dan lingkungan tempat hidup (Seilacher, 1967)

#### **2.1.4. Kendala Pemeliharaan Fosil**

Kendala dalam pembelajaran khususnya makropaleontologi adalah terbatasnya jumlah koleksi fosil sehingga proses pembelajaran tidak optimal. Dalam mempelajari paleontology tidak cukup hanya belajar dari bentuk visual atau gambar maupun foto, tetapi peserta didik diusahakan untuk bisa memegang secara langsung baik fosil, ataupun cetakan sehingga melihat ciri-ciri yang khas dari fosil tersebut.

Koleksi fosil baik hewan invertebrata, vertebrata, tumbuhan, ataupun fosil jejak yang kami miliki sangat terbatas, baik dalam jumlah maupun jenisnya, dengan kondisinya sudah banyak yang rusak, baik karena dipakai untuk praktikum dan juga rusak karena kontaminasi akibat kurangnya perawatan yang memadai. Seharusnya semua koleksi fosil tersebut harus disimpan dalam ruangan khusus yang terjaga terutama kelembapannya, karena ruang kami sangatlah terbatas untuk penyimpanan terpaksa koleksi yang kami miliki tersebut dipajang seadanya (Gambar 23-28).

Koleksi yang kami punya tersebut berasal dari hasil pembelian yang dilakukan oleh alm Prof. Sartono puluhan tahun yang lalu, dan beberapa koleksi pribadi serta hasil penelitian.

Pengalaman pribadi dari sejak saya sebagai mahasiswa mengambil mata kuliah Paleontologi makro kira-kira 40 tahun lalu fosil yang digunakan untuk praktikum sampai saat ini masih menggunakan fosil yang sama, tanpa ada penambahan koleksi fosil yang baru, yang ada hanya bertambah rusak, terutama fosil-fosil yang berumur tua (Mesozoikum dan Paleozoikum), adapun penambahan koleksi fosil hanya berupa sumbangan dari koleksi pribadi ataupun temuan hasil penelitian yang didapat dari lapangan di Indonesia, itu pun umumnya berupa fosil yang berumur relatif muda (Kenozoikum). Penambahan koleksi yang berumur tua tidak dapat dilakukan terbentur biaya, di mana harga fosil fosil ini cukup mahal. Di samping itu juga tidak tersedianya ruang untuk penyimpanan fosil yang memadai.

### 3. GEOLOGI KUARTER

Secara prinsip tidak ada perbedaan yang mendasar antara geologi kuarter dengan geologi lainnya, hanya perbedaan letak dalam skala waktu geologi, di mana dalam skala waktu geologi pengelompokan didasarkan pada umur geologinya. Kuarter merupakan waktu geologi yang paling muda, di mana geologi kuarter sampai saat dibatasi mulai umur 1,83 juta tahun yang sampai sekarang. Pembelajaran dalam geologi kuarter ini merupakan dasar untuk mempelajari proses geologi untuk umur-umur yang lebih tua, yaitu dengan memahami proses geologi yang berlangsung sekarang untuk menjelaskan proses-proses geologi yang terjadi di masa lalu, sesuai dengan kata James Hutton, seorang geologiwian berasal dari Skolandia yang dikenal sebagai Bapak Geologi “*The present is the key to the past*”.

Semua peristiwa geologi yang pernah terjadi di bumi ini dapat dianalogikan dengan peristiwa yang sedang berlangsung saat ini, walaupun ada beberapa peristiwa yang tidak terjadi atau tidak teramati saat ini, karena peristiwanya berlangsung dalam waktu yang cukup panjang.

Pembelajaran geologi kuarter ini meliputi peristiwa geologi yang dapat dijelaskan atau berkaitan dengan keberadaan fosil, baik fosil makro ataupun fosil mikro dan penentuan umur mutlak.

Dalam mempelajari geologi kuarter penekanan didasarkan pada perubahan muka air laut yang terjadi selama zaman kuarter serta pengaruhnya terhadap perkembangan kehidupan baik binatang atau manusia.

Perubahan muka air laut dapat disebabkan oleh perubahan iklim purba dan pengaruh tektonik regional ataupun tektonik lokal. Perubahan iklim global dalam hubungannya dengan perubahan muka air dapat dilihat pada gambar 44.

Pengkajian perubahan muka air laut didasarkan pada interpretasi lingkungan pengendapan dari data paleontologi yang ditemui yang kemudian ditentukan umurnya setelah itu baru dibandingkan dengan kurva perubahan muka air laut regional (Gambar 45). Pada kurva terlihat sejak 400 ribu tahun yang terlihat bahwa muka laut pernah berada 100 m di bawah muka laut sekarang sebanyak 4 kali.

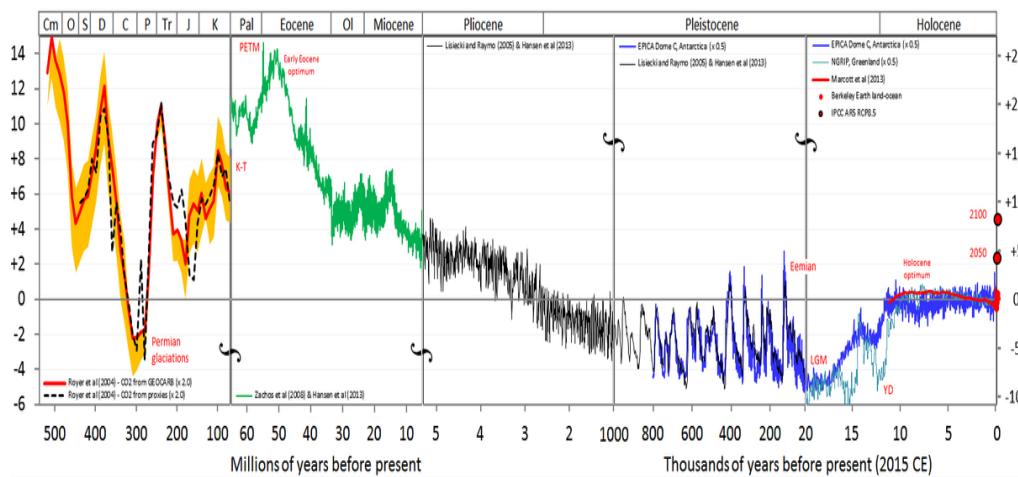
Perubahan muka laut ini akan tergambar dari bentuk morfologi muka bumi dalam bentuk undak atau teras, di mana bentuk teras ini dapat dikenal sebagai teras pantai dan teras sungai (Gambar 46 dan 47) dengan mekanisme pembentukan teras seperti pada gambar 47.

Salah satu bukti ada penurunan muka laut yang sangat signifikan yang terdapat di Indonesia, yaitu terbentuknya paparan sunda dan paparan sahul yang terjadi kira-kira 22.500 tahun yang lalu (*last glacial maximum*), yang menggambarkan bahwa Semenanjung Malaya, Pulau Sumatra, Pulau Jawa, dan Pulau Kalimantan pernah menyatu sebagai satu daratan (Gambar 48). Hal ini dibuktikan dengan ada kesamaan jenis ikan air tawar/sungai yang terdapat di bagian timur Pulau Sumatra dengan ikan air tawar/sungai yang terdapat di bagian barat Pulau Kalimantan.

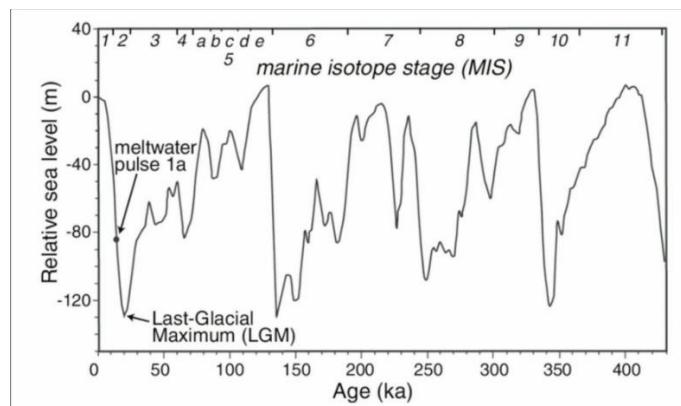
Pemanfaatan Paleontologi vertebrata sangat penting dalam mempelajari Geologi Kuarter, agak berbeda metode pembelajaran geologi kuarter dengan geologi sebelum kuarter. Pada pembelajaran geologi kuarter, pengamatan dapat dilakukan lebih teliti karena penghitungan lebih pendek (ratusan – ribuan tahun), sedangkan pada waktu yang lebih tua dari kuarter, seperti tersier ataupun zaman yang lebih tua, hitungan waktunya dalam jutaan- puluhan juta tahun.

Penanggalan dalam geologi kuarter perbedaan waktu 1000 – 10000 tahun dapat perubahan yang signifikan, tetapi untuk penanggalan pada umur di zaman Mesozoikum atau Paleozoikum perbedaan umur 1000 – 10000 tahun tidak mempunyai arti yang penting, mungkin angka ini masih termasuk batasan ketidakpastian metode penentuan umur mutlak yang digunakan.

## Temperature of Planet Earth



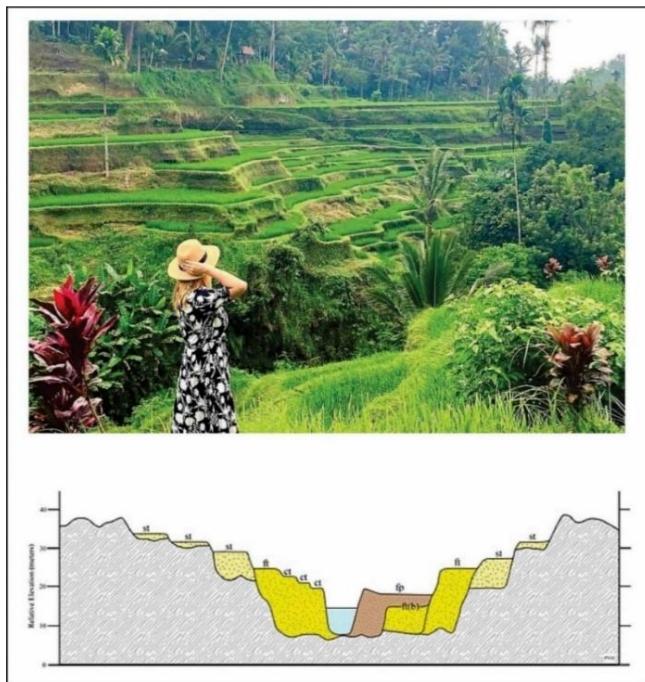
**Gambar 44.** Kurva perubahan temperatur bumi sejak 500 juta tahun yang lalu (Fergus, 2014 in Stiepani, 2016)



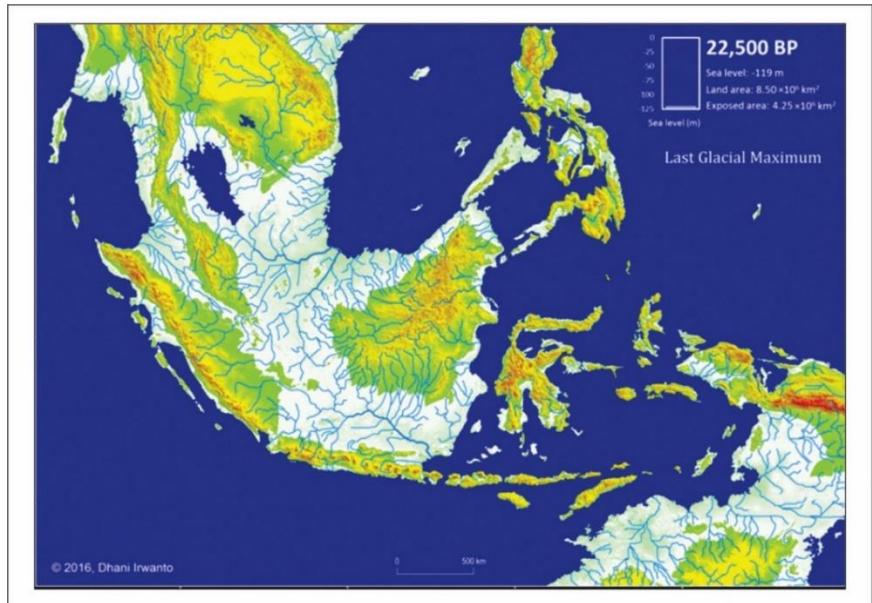
**Gambar 45.** Kurva muka laut pada Late Quaternary berdasarkan (2000), Waelbroeck *et al.* (2002), and Peltier (2005) dalam Johnson dan Watt (2012)



**Gambar 46.** Bentuk morfologi undak atau teras pantai

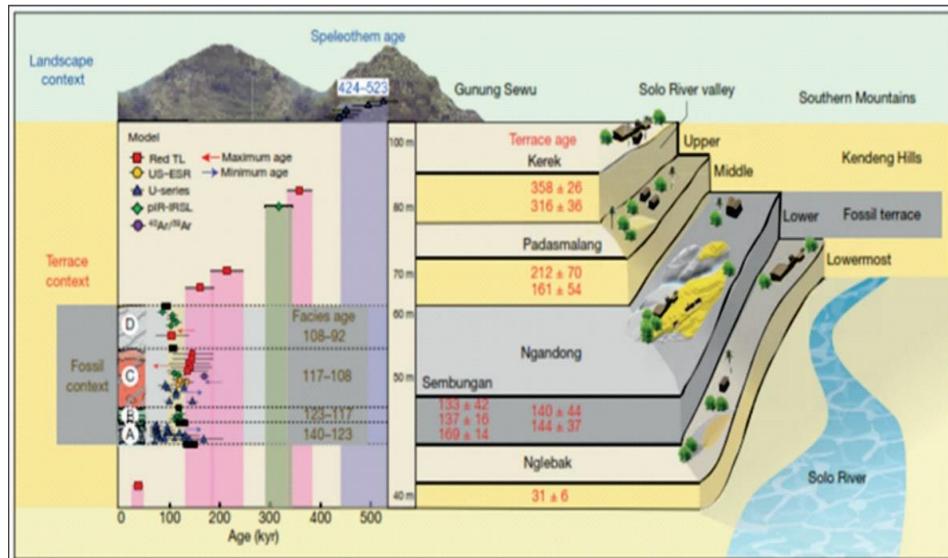


**Gambar 47.** Bentuk morfologi dan sketsa pembentukan teras sungai



**Gambar 48.** Peta Paparan Sunda pada saat periode zaman Es terakhir (*Last Glacial Period*, 22,500 BP), muka air laut saat itu sekitar 120 meter dibawah mukaairlaut sekarang.(Irwanto, 2016)

Gambar 49 berikut merupakan rekonstruksi perkembangan bentang alam, berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada endapan teras bengawan Solo di Jawa Tengah.



**Gambar 49.** Perkembangan bentang alam berdasarkan kajian endapan teras benngawan Solo (Yan Rizal, dkk, 2020)

### **3.1. Pengembangan Ilmu Geologi Kuater**

#### **3.1.1. Geoarkeologi**

Pengembangan Geologi Kuater ke arah Geoarkeologi sudah dirintis dalam waktu yang cukup lama, yang ditunjukkan dari berbagai penelitian yang dilakukan bekerja sama dengan penelitian luar negeri dari berbagai perguruan tinggi.

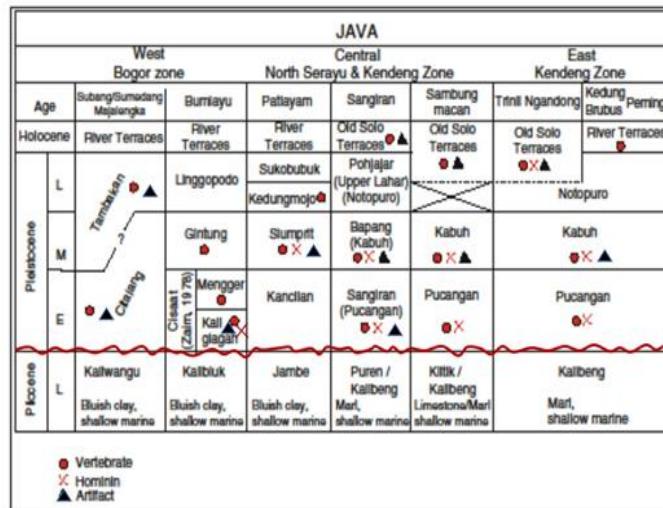
Indonesia sudah dikenal sebagai salah satu tempat di dunia, di mana banyak ditemukannya manusia purba, sehingga sangat menarik bagi peneliti internasional untuk melakukan penelitian di Indonesia, seperti daerah Sangiran, Perning di Pulau Jawa, Lembah Soa di Flores, atau Lembah Walanae di Sulawesi Selatan.

Di samping daerah di atas, masih banyak daerah lain di Indonesia yang diteliti dengan baik dan masih memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut, misalnya Pulau Sumatra, beberapa penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan hasil yang sangat positif misalnya hasil penelitian kami yang telah dipublikasi di Nature berjudul "**An early modern human presence in Sumatra 73,000–63,000 years ago**".

Saat ini, kami dari Kelompok Keahlian Paleontologi dan Geologi Kuarter sedang melakukan penelitian di Sumedang, Jawa Barat. Penelitian lapangan sudah selesai dilakukan dan mendapatkan hasil sementara yang sangat menjanjikan untuk ditindaklanjuti dengan penelitian yang lebih detail.

Berdasarkan pada ciri dan karakter batuan serta posisi stratigrafinya, satuan batuan yang dijumpai di daerah penelitian mempunyai ciri dan karakter yang mirip dengan satuan batuan yang menyusun Formasi Kaliwangu pada peta geologi lembar Arjawinangun yang dibuat oleh Djuri tahun 1995.

Dari kesetaraan stratigrafi dengan formasi lainnya di Pulau Jawa yang mengandung fosil hominid, vertebrata, dan artefak (Gambar 50).



**Gambar 50.** Kesetaraan posisi Stratigrafi dari vertebrata, hominid dan artefak di Jawa (Zaim, 2010)

Terlihat pada gambar 50, posisi stratigrafi Formasi Kaliwangu terletak di bagian bawah dari kolom zona Bogor yang berumur Pliosen sekitar 3,2 juta tahun, di mana pada posisi tersebut belum pernah dilaporkan adanya temuan berupa vertebrata, hominid, ataupun artefak. Berdasarkan perbandingan stratigrafi daerah Majalengka dari beberapa peneliti terdahulu (Gambar 51) (Rizal dan Gumelar, 2019), terlihat adanya perbedaan posisi stratigrafi menurut Djuri (1973) Formasi Kaliwangu berumur Pliosen N18,5 – 19 dan tidak selaras di atas Formasi Subang ditutupi secara selaras oleh Formasi Citalang yang berumur N20 – 21 bagian bawah, menurut Martodjojo (1984) Formasi Kaliwangu berumur N19 – N21 (Pliosen – Pleistosen bawah) terletak secara selaras di atas Formasi Cinambo dan ditutupi secara selaras oleh Formasi Citalang dan Breksi Volkanik yang berumur N22-23, sedangkan menurut Djuhaeni & Martodjojo (1989) Formasi Kaliwangu berumur N20 – 21 (Pliosen – Pleistosen bawah) terletak secara selaras di atas Formasi Subang, juga ditutupi oleh Formasi Citalang dan Breksi Volkanik yang berumur N22-23.

Umur Formasi Kaliwangu oleh masing-masing peneliti terdahulu ini didasarkan kandungan fosil foraminifera, sedangkan penentuan umur pada penentuan umur untuk Formasi Citalang tidak ada penjelasan lebih lanjut selain dari posisi stratigrafinya yang berada dibagian atas dari Formasi Kaliwangu.

Age		Blow Zonation (1970)	Djuri (1973)	Martodjojo (1984)	Djuhaeni & Martodjojo (1989)
Period					
Pleistocene	N 23	Young Volc. Product	Volcanic Breccia Citalang Formation	Volcanic Breccia Citalang Formation	Kaliwangu Formation
		Old Volc. Product			
Pliocene	N 21	Tilted Breccia	Kaliwangu Formation	Kaliwangu Formation	Subang Formation
		Citalang Formation			
Miocene	N 20	Kaliwangu Formation	Jatigede Member Upper Member Lower Member	Cinambo Formation Unexposed	Bantarujeg Formation
	N 19	Kaliwangu Formation			Cantayan Formation
	N 18	Subang Formation			Cinambo Formation
	N 17				
	N 16				
	N 15				
	N 14				
	N 13				
	N 12				
	N 11				
Middle	N 10		Halang Formation	Cisaar Formation	
	N 9				
	N 8	Upper Member			
Early	N 7		Cinambo Formation	Unexposed	
	N 6	Lower Member			

**Gambar 51.** Perbandingan stratigrafi daerah Majalengka dari beberapa peneliti terdahulu (Rizal dan Gumelar, 2019)

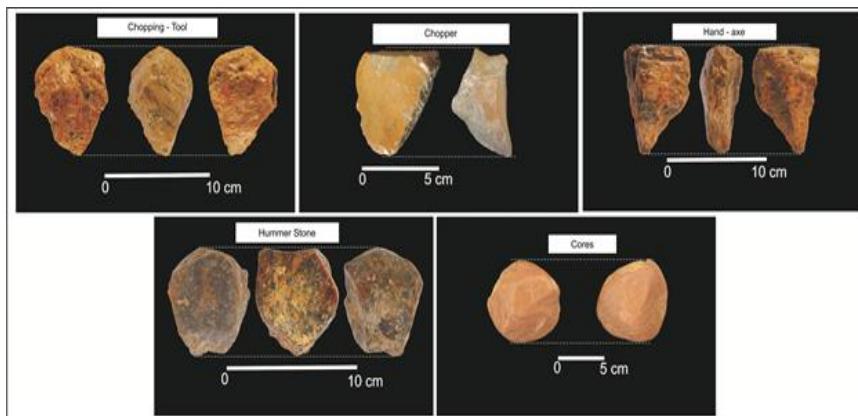
Pada lubang ekskavasi (Gambar 52) kami banyak menemukan temuan baru fosil dan alat batu atau artefak dengan pola primitif (Gambar 53, 54 dan 55).



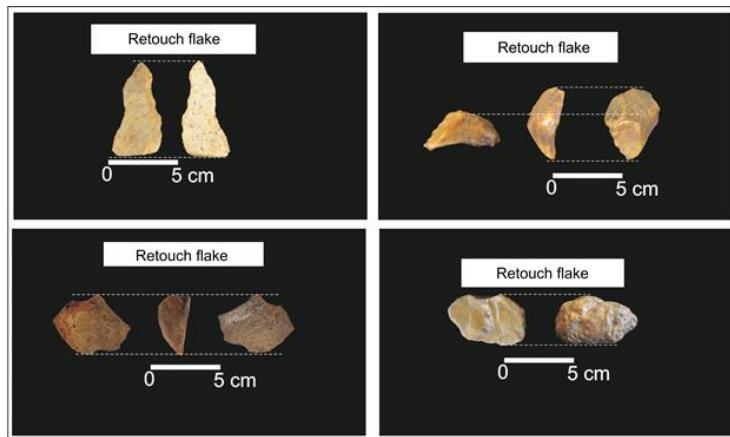
**Gambar 52.** Lubang dan profil lobang ekskavasi yang menunjukkan kontak antara lapisan pasir-lempung dibagian bawah dengan lapisan konglomerat dibagian atas.



**Gambar 53.** Temuan dari lobang ekskavasi berupa pecahan tulang dan gigi vertebrata dan gigi ikan



**Gambar 54.** Temuan dari lobang ekskavasi erupa alat batu masif



**Gambar 55.** Temuan dari lobang ekskavasi erupa alat batu yang tidak massif

Hasil temuan ini apabila dilihat berdasarkan posisi stratigrafinya merupakan temuan tertua di Indonesia bahkan di Asia, tetapi untuk membuat temuan ini lebih valid, perlu dilakukan juga penentuan umur mutlak, sehingga bisa didapat besaran angka tahunnya. Namun hal ini tidaklah mudah, sampai saat ini kami masih menunggu hasil analisis laboratorium yang dilakukan di Perancis. Untuk penentuan umur ini kami juga terkendala dengan metode untuk analisis umur, juga mahalnya biaya analisis tersebut.

Dalam penentuan umur paling ideal dilakukan dengan 3 metode yang berbeda seperti yang kami lakukan pada penentuan umur teras ngandong, sehingga bisa saling kontrol dalam penentuan umur.

### **3.1.2. Paleotsunami**

Tidak kalah menariknya dengan pengembangan Geologi Kuarter ke Geoarkeologi, kami juga sudah melakukan pengembangan penelitian berkaitan dengan endapan tsunami, dengan penekanan lebih pada endapan tsunami purba/Paleotsunami.

Dalam pengembangan pengetahuan tentang endapan tsunami, Kami pernah melakukan kerja sama penelitian tentang endapan tsunami dan Paleotsunami dengan BMKG yang dilakukan di sepanjang Pantai Selatan Pulau Jawa sampai sebagian Nusa Tenggara, untuk melihat wilayah-wilayah yang pernah dilanda tsunami. Penelitian ini dimulai dari ujung barat Pulau Jawa, di sekitar daerah Anyer – Labuhan, Pantai Selatan Banten Malingping – Pelabuhan Ratu, Pantai Selatan Jawa Barat-Jawa Tengah, Pangandaran – Cilacap, Pantai Selatan Jawa Timur Pacitan – Banyuwangi.

Penelitian lapangan memberi hasil yang sangat signifikan, tetapi hasil lapangan tidak ditunjang data hasil penelitian laboratorium terutama untuk umur-umur lapisan yang dicurigai sebagai endapan tsunami (Gambar 56). Kami merasa hasil kerja sama penelitian yang dilakukan ini belumlah optimal karena belum mencapai target yang diharapkan. Tidak semua lapisan yang dicurigai sebagai endapan tsunami ditentukan umurnya, hanya lapisan terpilih mewakili suatu wilayah, sehingga data umur tidak dapat digunakan untuk menghitung perkiraan perulang peristiwa tsunami. Tidak dilakukan analisis umur semua lapisan lapisan yang dicurigai sebagai endapan tsunami karena keterbatasan atau terkendala biaya.



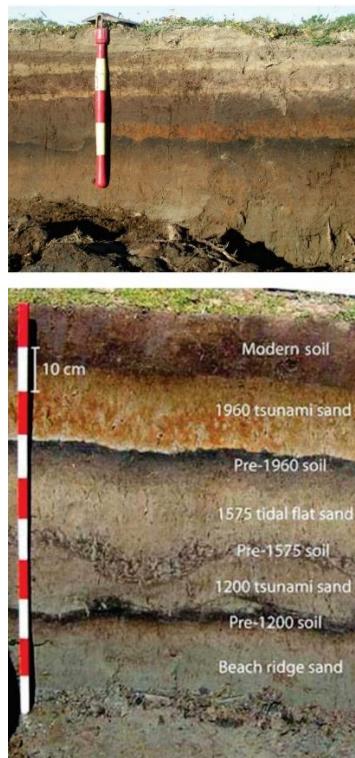
**Gambar 56.** Endapan Tsunami di Gili Trawangan (1), Desa Lembar (2) Lombok

Beberapa contoh endapan paleotsunami Pliosen yang dijumpai di daerah Tegal Buleud Sukabumi dan di Cilacap (Gambar 57).



**Gambar 57.** Singkapan endapan tsunami yang dijumpai Tegal Buleud – Sukabumi (kiri) dan Cilacap (kanan)

Berbeda dengan penelitian tsunami yang pernah dilakukan berupa kerja sama penelitian Internasional yang dilakukan di Chile Amerika Selatan, di mana semua endapan yang dicurigai sebagai endapan tsunami dilakukan analisis umur sehingga umur peristiwa tsunami yang pernah terjadi di daerah itu dapat diketahui (Gmbar 58)



**Gambar 58.** Singkapan endapan tsunami di Chile Selatan

Dalam penanggulang atau mengurangi potensi bahaya akibat gempa dan tsunami, Pemerintah Chile mempunyai program sosialisasi bahaya dan bencana gempa dan tsunami ke sekolah-sekolah dan perkumpulan masyarakat yang terdapat yang berpotensi terjadi gempa dan tsunami (Gambar 59)



**Gambar 59.** Sosialisasi bahaya gempa dan tsunami di sekolah di daerah potensi gempa dan tsunami

## 4. KESIMPULAN

Fosil merupakan bagian yang sangat penting dalam mengungkap sejarah bumi mulai dari bumi terbentuk sampai saat ini. Fosil dapat dijumpai dalam bentuk tubuh utuh, bagian tubuh ataupun jejak dari suatu kehidupan dari berbagai ukuran dari mikro sampai makro.

Semua kehidupan dapat menjadi fosil apabila memenuhi syarat tertentu antara lain: Binatang mati harus segera tertimbun atau ditutupi oleh lapisan sedimen agar terhindar dari proses pelapukan atau pembusukan atau dirusak oleh binatang lain; selama dalam proses penimbunan harus terjadi penggantian bagian yang lunak atau jaringan oleh unsur atau ion yang terlarut; tidak terjadi pengrusakan akibat proses tektonik atau proses endongan.

Tidak hanya untuk kepentingan geologi, fosil dapat digunakan untuk penentuan lingkungan pengendapan/lingkungan hidup, paleoekologi; interpretasi paleoklimatologi; interpretasi dan rekonstruksi paleobiogeografi; penentuan umur relatif suatu lapisan batuan (biostratigrafi); menjelaskan perkembangan kehidupan (evolusi makhluk hidup), serta sejarah geologi dan kebudayaan manusia.

Penggunaan fosil tidak hanya terbatas pada batuan yang berumur tua saja, tapi juga dapat digunakan untuk batuan yang berumur kuarter termasuk juga endapan paleotsunami.

## 5. PENUTUP

Sebagaimana yang telah diuraikan, Paleontologi merupakan ilmu dasar dalam geologi untuk dapat memahami perubahan-perubahan yang terjadi di permukaan bumi berdasarkan pada rekaman jejak kehidupan masa lalu.

Di Indonesia, Paleontologi khususnya makropaleontologi tidak berkembang bagus seperti halnya mikropaleontologi, harus diakui makropaleontologi karena sangat sedikit sekali kaitannya dengan dunia industri, sehingga peminatan untuk belajar makropaleontologi sangat sedikit, kenyataan ini merupakan tantangan bagi kami untuk tetap konsisten mempertahankan dan mengembangkan pengetahuan kami ini, masih banyak jejak kehidupan yang perlu pelajari.

Dengan penuh harapan semoga orasi ini dapat menambah wawasan dan manfaat untuk kita semua.

Terimakasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dan perhatian bapak dan ibu semua.

*Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini saya mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada kedua orang tua yang saya cintai dan muliakan atas perhatian dan dorongan, serta doa juga pengorbanan mereka untuk bisa menyekolahkan saya sampai menjadi seperti ini, tidak lupa ucapan terima kasih saya sampaikan buat mertua saya yang telah tiada atas perhatian dan dukungan serta doa mereka ketika masih hidup untuk bisa berhasil dalam meniti karier sebagai dosen.

Tentunya ucapan terima kasih saya sampai untuk kakak-kakak dan adik-adik saya tercinta, serta saudara ipar saya semua.

Terima kasih juga saya ucapkan pada guru saya yang terhormat alm. Profesor S. Sartono yang telah mengajak saya untuk bekerja sebagai dosen di teknik Geologi, serta membimbing juga mendidik saya baik ketika masih kuliah ataupun setelah jadi dosen, juga terima kasih saya sampaikan pada senior saya yang terhormat Prof Dr. Yahdi Zaim atas perhatian dan dukungannya dalam pekerjaan serta pencapaian Guru Besar ini. Secara khusus saya juga mengucapkan terima kasih pada junior saya, Dr. Maria Sekar atas bantuan dalam penerbitan paper.

Ucapan terima kasih saya sampai pada guru-guru saya di Teknik Geologi ITB Prof. Harsono Pringgoprawiro, Prof. R.P. Koesoemadinata, Prof. Emmy Suparka, Prof. Joko Santoso serta Prof. Boenigk, Dr. Raimo Becker Haumann dari Uni zu Koeln yang telah membagi ilmunya untuk pengembangan ilmu saya di bidang geologi lebih lanjut.

Terima kasih juga untuk rekan-rekan di Kelompok Keahlian Paleontologi dan Geologi Kuarter Prof. Rubiyanto Kapid, Prof. Aswan, Dr. Khoiril Maryunani, Dr. Mika R. Puspaningrum, Dr. Reynaldi Fifariz, Dr. Agus Trihascaryo. Tidak lupa ucapan terimakasih buat Rifky Ghifari, Nurochim, Rusli yang selalu siap membantu baik di kantor ataupun di lapangan, juga untuk Nadila Novandaru, terima kasih.

Khusus untuk Esti dan Andys terima kasih atas bantuannya membereskan urusan administasi kelengkapan kenaikan pangkat. Terima kasih untuk Arie atas dorongan semangat mengurus kenaikan pangkat.

Kepada Rektor dan Jajaran Wakil Rektor ITB, Dekan dan Jajaran Wakil Dekan, Dr. Irwan Meilano, Agus M Ramdhan, Ph.D., dan Dr. Mutiara Putri.

Ucapan terima kasih yang sangat khusus dan istimewa buat istri tercinta Drg. Lita Ratna Rosita Ningrum, dan ketiga anakku tersayang Adityan Mulia, Adhyan Arizki, dan Adhyanta Rahma; menantuku Jihan Juwyta Sari dan Ghina Fedora, serta cucu-cucuku yang lucu dan selalu membuat kangen: Mikhayla Angelie Mulia, Marquez Angelo Muli,a dan Eshalia Asma Arizki.



# DAFTAR PUSTAKA

- Aswan, Yahdi Zaim, Yan Rizal, I Nyoman Sukanta, Suci Dewi Anugrah, Agus Tri Hascary, Indra Gunawan, Tatok Yatimantoro, Weniza, Hidayanti Purnomo Hawati, Nurochim, (2016): *Age Analysis of Paleo-tsunami Deposit around Lombok Island and It's Earthquake Determination*, Proceeding 41st Annual Convention & Exhibition of Indonesian Association of Geophysicist)
- Aswan, Yahdi Zaim, Yan Rizal, I. Nyoman Sukanta, Suci Dewi Anugrah, Agus Tri Hascaryo, Indra Gunawan, Tatok Yatimantoro, Weniza Hidayanti, Purnomo Hawati, Wahyu Dwijo Santoso, Nurochim. *Age Determination of Paleotsunami Sediments Around Lombok Island, Indonesia, and Identification of Their Possible Tsunamigenic Earthquakes*, Earthquakes Science (2016), ISSN: 16744519, Vol. 30 Issue 2, p. 107-113
- Bromley, R.G., 1996. Trace Fossils: Biology, Taphonomy and Applications. Chapman and Hall, London
- Dausien, 1971, *Die Entwicklungsgeschichte der Erde*. Mit einem ABC der Geologie. Band I und II, Verlag Werner Dausien/Hanau/Main.
- De Vos J and Long Vu (2001) *First settlements: Relations between continental and Insular Southeast Asia*. In: Se'mah F, Falgue`res C, Grimaud-Herve' D, and Se'mah A-M (eds.) *Origine des Peuplements et Chronologie des Cultures Pale'olithiques dan le Sud-est Asiatique*, pp. 225–249.
- Droser, M. L. and Bottjer, D. J., 1993. *Trends and patterns of Phanerozoic ichnofabrics*. Annual Reviews of Earth and Planetary Science, v. 21, p. 205-225.
- Ekdale, A.A., Bromley, R.G., Pemberton, S.G., 1984. *Ichnology: the use of trace fossils in sedimentology and stratigraphy*. SEPM Short Course 15, 317 pp.
- Frey, Robert W., and S. George Pemberton (1985), *Biogenic Structures in Outcrops and Cores. I. Approaches to Ichnology*, Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Vol. 33 No. 1, Pages 72-115
- Hasiotis, S. T., 2007. Continental ichnology: fundamental processes and controls on trace-fossil distribution. In, Miller, W. III (ed.), *Trace Fossils—Concepts, Problems, Prospects*, Elsevier Press, p. 268-284.

- Hertler, Ch and Rizal, Y., 2005, Guide Book Joint Excursion Hominide Sitein Java-Indonesia Paleobiologie Abteilung Johan Gothe Institut and Geological Department of ITB.
- Irwanto, D., 2019. *Sundaland: Tracing the Cradle of Civilizations*, Hydro media, Google books
- MacEachern, J. A., Pemberton, S. G., Gingras, M. K., and Bann, K. L., 2007a. The ichnofacies paradigm: A fifty-year retrospective. In, Miller, W. III (ed.), *Trace Fossils—Concepts, Problems, Prospects*, Elsevier Press, p. 52-77.
- Noor, Jauhari, 2014, *Pengantar Geologi*, Deeppublish-Jogyakarta.
- Papineau, D., She, Z. B., Dodd, M. S., Iacoviello, F., Slack, J.F., N Hauri, E., Shearing, P., Little, C.T.S., 2022, *Metabolically diverse primordial microbial communities in Earth's oldest seafloor-hydrothermal jasper*, Science Advance, <https://www.science.org/> doi/10.1126/sciadv.abm2296
- Rummy, P., Halaclar, K., and Chen, H., 2021, The first record of exceptionally-preserved spiral coprolites from the Tsagan-Tsab formation (lower cretaceous), Tatal, western Mongolia, *Nature Scientific Report*.
- Samuel Y. Johnson and Janet T. Watt, 2012. Influence of fault trend, bends, and convergence on shallow structure and geomorphology of the Hosgri strike-slip fault, offshore central California, U.S. Geological Survey, 400 Natural Bridges Drive, Santa Cruz, California 95060, USA
- Schmid, E., (1972), *Atlas of animal bones*. Amsterdam and New York: Elsevier, 166 pp
- Seilacher, A., 1953. *Studien zur palichnologie. I. über die methoden der palichnologie*. Neues Jahrb. Geologie Palaontologie Abhandlungen 96, 421-452.
- Seilacher, A., 1955. *Spuren und Lebensweise der Trilobiten*. Abhandlungen der Akademie der wissenschaften und der Literatur, Mainz, methermatisch-naturwissenschaftliche Klasse, Jahrgang 1955, 342-72.
- Seilacher, A., 1967. *Bathymetry of trace fossils*, Marine Geology, 5: 413-429
- Stanley, S.M., 2001, *Historische Geologi* 2, zweite deutsche Auflage, Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin.

Stiepani, J., (2016), Paleoclimatology: Examples of Ecological Impacts from Prehistoric Climate Change, Climate Institut, Washington D.C.

Westaway, K. E., Louys,J., Due Awe, R., Morwood, M. J., Price, G. J., Zhao, J.-x., Aubert, M. Joannes-Boyau, R.T., Smith, M., Skinner, M. M., Compton, T., Bailey, R. M., van den Bergh, G. D., de Vos, J., Pike, A. W. G., Stringer, C., Saptomo, E. W., Rizal, Y., Zaim, J., Santoso, W.D., Trihascaryo, A., Kinsley, L. & Sulistyanto, B., (2017). "An early modern human presence in sumatra 73,000–63,000 years ago; Nature, ISSN: 0392-6672, Vol. 548, p. 322-425,

Yahdi Zaim, Yan Rizal, Aswan., (2009), "Paleontologi Vertebrata Fosil Ikan Paus dan Geologi Daerah Surade, Jampang-Jawa Barat", Buletin Geologi ITB, eISSN: 0126-3498, Vol. 39 No. 2, pp. 77-84, 2009, KK Geologi, FITB – ITB

Yan Rizal, Kira E. Westaway, Yahdi Zaim, Gerrit D. van den Bergh, E. Arthur Bettis III, Michael J. Morwood, O. Frank Huffman, Rainer Grün, Renaud Joannes-Boyau, Richard M. Bailey, Sidarto, Michael C. Westaway, Iwan Kurniawan, Mark W. Moore, Michael Storey, Fachroel Aziz, Suminto, Jian-xin Zhao, Aswan, Maija E. Sipola, Roy Larick, John-Paul Zonneveld, Robert Scott, Shelby Putt & Russell L. Ciochon., (2020), "Last appearance of *Homo erectus* at Ngandong, Java, 117,000–108,000 years ago", Nature, ISSN: 00280836, Volume 577, Issue 7790, Pages 381-385

Yan Rizal, Yahdi Zaim, Aswan, Christine Hertler, Novi Triany., (2009), "Geologi dan Paleontologi Vertebrata Daerah Jembarwangi dan sekitarnya Kabupaten Sumedang, Jawa Barat", Buletin Geologi ITB, eISSN: 0126-3498, Vol. 39 No. 2, pp. 95-116, 2009, KK Geologi, FITB – ITB

Yan Rizal, Aswan, Yahdi Zaim, Wahyu Dwijo Santoso, Nur Rochim, Suci Dewi Anugrah, Wijayanto, Indra Gunawan, Tatok Yatomantoro, Hidayanti, Resti Herdiani Rahayu, Priyobudi. (2017):" Tsunami Evidence in South Coast Java, Case Study: Tsunami Deposit along South Coast of Cilacap", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1755-1307, Vol.71 conf 1.. 11, p. 1-12,

Yan Rizal, Aswan, Jahdi Zaim, Mika R. Puspaningrum, Wahyu D. Santoso & Nur Rochim, (2019)," Late Miocene to Pliocene Tsunami Deposits in Tegal

## **Internet**

- <https://www.detik.com/jabar/berita/d-6241693/teori-big-bang-pengertian-penemu-dan-proses-terbentuknya#:~:text=Teori%20Big%20Bang%20>
- [https://inet.detik.com/science/d-4832745/teori-big-bang-dalam-penciptaan-langit-dan-bumi-menurut-al-quran.](https://inet.detik.com/science/d-4832745/teori-big-bang-dalam-penciptaan-langit-dan-bumi-menurut-al-quran)
- <https://www.vice.com/id/article/7kb399/penemuan-fosil-mikroba-tertua-di-kanada-mengubah-sejarah-munculnya-kehidupan-di-bumi>
- [https://inet.detik.com/science/d-6402280/batuhan-berusia-35-miliar-tahun-bukti-tanda-kehidupan-tertua-di-bumi.](https://inet.detik.com/science/d-6402280/batuhan-berusia-35-miliar-tahun-bukti-tanda-kehidupan-tertua-di-bumi)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Fossil>
- <https://www.digitalatlasofancientlife.org/learn/nature-fossil-record/body-fossils-trace-fossils/>
- [http://www.sepmstrata.org/CMS\\_Images/SeilacherControls.gif](http://www.sepmstrata.org/CMS_Images/SeilacherControls.gif)
- <https://www.geol.umd.edu/~tholtz/G331/lectures/331ichno.html>
- <https://ichnology.ku.edu/poi/poi.html>
- [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Snider-pellegrini\\_Wegener\\_fossil\\_map.svg#/media](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Snider-pellegrini_Wegener_fossil_map.svg#/media)
- <https://www.blendspace.com/lessons/B4i8VKDV33-crQ/alcova-stem-3rd-grade-fossil-maze>
- <https://atlantisjavasea.files.wordpress.com/2015/09/sundaland-in-the-last-glacial-period.gif>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Fluvial\\_terraces](https://en.wikipedia.org/wiki/Fluvial_terraces)
- <https://www.mindat.org/min-9450.html>
- <https://stratigraphy.org/chart>
- <https://www.shutterstock.com/zh/image-vector/phylum-echinodermata-starfish-anatomy-inner-structure-2204440731>
- <https://palaeopost.blogspot.com/2016/08/mammalian-dentition.html>

# CURRICULUM VITAE



Nama	:	Prof. Dr. Ir. Yan Rizal, Dipl. Geol.
Tempat/tgl lahir	:	Bukittinggi, 8 Juli 1958
Kel. Keahlian	:	Paleontologi dan Geologi Kuarter
Alamat Kantor	:	Jl. Ganesha no. 10 Bandung
Nama Istri	:	Drg. Lita Ratna Rosita Ningrum
Nama Anak	:	Adityan Mulia Adhyan Arizki Adhyanta Rahma

## I. RIWAYAT PENDIDIKAN

- Sarjana Teknik Geologi ITB, Jurusan Teknik Geologi ITB, 1984; Skripsi: Geologi dan Struktur geologi daerah Guntung dan Sekitar, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat
- Diplom Geologi, Universitaet zu Koeln, 1994; Die Sedimente des Kontakt Aureole in Bukit Asam Kohle revier, Sued Sumatra, Indonesien
- Doktor Arbeit, Universitet zu Koeln, Deutschland, 1998; Die Terrassen entlang des Solo Fluss in Mittel- und Ost Java, Indonesien

## II. RIWAYAT KERJA DI ITB

- Pembina Unit Olahraga ITB, 2000-2001
- Sekretaris Kemahasiswaan Tingkat Pertama Bersama (TPB), 2003- 2004
- Pembina Unit Basket ITB, 2004-2021
- Kepala UPT Olah Raga ITB, 2008 -2009
- Ketua Prodi Magister – Doktoral Teknik Geologi ITB, 2018-2020

## III. RIWAYAT KEPANGKATAN

- CPNS III/a, 1 Maret 1987
- Penata Muda III/a, 1 Agustus 1987
- Penata Muda Tk.1 III/b, 1 Oktober 1997
- Penata III/c, 1 April 2000
- Penata TK.1 III/d, 1 Apeil 2004
- Pembina IV/a, 1 Oktober 2008

#### **IV. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL**

- Asisten Ahli Madya              1 Agustus 1988
- Asisten Ahli                      1 Juni 1997
- Lektor Muda                      1 April 2000
- Lektor                              Januari 2001
- Lektor Kepala                      1 April 2008

#### **V. RIWAYAT JABATAN STRUKTURAL LAINNYA**

- Koordinator Pemantau Pemilu Sektor Bandung, Yayasan Forum Rektor Indonesia, 1998
- Koordinator Pemantau Jajak Pendapat Timor Timur, Yayasan Forum Rektor Indonesia, 2000
- Koordinator Pemantau Pemilu Indonesia, Yayasan Forum Rektor Indonesia, 2005
- Bendahara Koperasi Keluarga Pegawai ITB, 2009-2011
- Ketua Pengawas Koperasi Keluarga Pegawai ITB, 2012-2017
- Ketua Koperasi Keluarga Pegawai ITB, 2022 – 2024

#### **VI. PEMBIMBINGAN MAHASISWA**

- Sarjana Strata 1- ITB sekitar 105 orang
- Magister ITB sekitar 8 orang
- Doktoral ITB sebagai Copromotor 3 orang, 1 orang sebagai promotor utama
- Sarjana Strata 1- STTMI sekitar 35 orang
- Sarjana Strata 1- Uniba Jurusan Pertambangan sekitar 10 orang

#### **VII. PENELITIAN/KARYA ILMIAH**

- (sejak kenaikan jabatan/pangkat terakhir)
- Penelitian dan rekognisi keskolaran
- Menghasilkan 17 Jurnal International
  - Terakreditasi/terindeks Scopus: 7 Q1, 6 Q2, 1 Q3
  - Tidak terindeks Scopus: 3
- Menghasilkan 21 Jurnal Nasional
  - Terakreditasi Sinta: 10
  - Tidak Terakreditasi: 11

- Proceeding Seminar Internasional: 4
- Proceeding Seminar Nasional: 1
- Menghasilkan 1 buku referensi (Penulis Bersama)

### **VIII. PUBLIKASI**

#### **a. Dalam jurnal internasional ber-referee dan diakui**

- Aswan, Yahdi Zaim, Yan Rizal, A.K. Adtya Pradana (2009) “Source Rocks Evaluation On Brown Shale, Pematang Group, Central Sumatera Bassin: Detail Sedimentary Cycles Analysis Based On Thaponomic Study Of Lacustrine Mallusca”, Bulletin of the tethys Geological Society, Cairo, Volume 4, 55-62
- E Artfur Bettis III, Adrienne K. Milius, Scott J. Carpenter, Roy Larick, Yahdi Zaim, Yan Rizal, Russel L. Ciochon, Stephanie A. Tassier Surine, Daniel Murray, Suminto, Sutinko Bronto, (2009): “ Way Out Of Africa: Early Pleistocene paleoenvironments in habited by Homo erectus in Sangiran, Java „Journal of Human Evolution, Vol. 56, Issue 1, p. 11-24. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00472484/56/1>
- Yahdi Zaim, Russell L. Ciochon, Joshua M. Polanski, Frederick E. Grine, E. Arthur Bettis III, Yan Rizal, Robert G. Franciscus, Roy R. Larick, Matthew Heizler, Aswan, K. Lindsay Eaves, Hannah E. Marsh (2011): “New 1.5 million-year-old Homo erectus maxilla from Sangiran (Central Java, Indonesia) „Journal of Human Evolution Volume No.61, Issue 4, p.363-376, <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00472484/61/4>
- Yousuke Kaifu, Yahdi Zaim, Hisao Baba, Iwan Kurniawan, Daisuke Kubo, Yan Rizal, Johan Arif, Fachroel Aziz (2011): “ New reconstruction and morphological description of a Homo erectus cranium: Skull IX (Tjg-1993.05) from Sangiran, Central Java „Journal of Human Evolution Volume No.61, Issue 3, p.270-294, 2011. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00472484/61/3>
- J.-P. Zonneveld, Yahdi Zaim, Y.Rizal, R.L. Ciochon, E.A. Bettis III, Aswan, G.F. Gunnel (2011):“Oligocene Shorebird Footprints, Kandi, Ombilin Basin, Sumatra”, Ichnos, no. 18 (2011) p. 221-227, <http://www.tandf.co.uk/journals/journal.asp?issn=1042-0940&linktype=145>
- J.-P. Zonneveld, Yahdi Zaim, Y.Rizal, R.L. Ciochon, E.A. Bettis III, Aswan, G.F. Gunnel (2011):“Oligocene Shorebird Footprints, Kandi, Ombilin

Basin, Sumatra”, Journal of Asian Earth Sciences no 45 (2012), p. 106-113,  
<http://www.sciencedirect.com/science/journal/13679120>

- Wahyu Dwijo Santoso, Halmi Insani, Yan Rizal, Rubiyanto Kapid “Nannoplankton Population as Indicator of Sea Level Change in Gunung Pati Area, North East Java Basin”International Conference of Transdisciplinary Research on Environmental Problem in Southeast Asia 2014 (TREPSEA 2014), 1st Conference, 2014, Makassar – Indonesia, TREPSEA, <https://www.researchgate.net/publication/309391354>
- Aswan, Yahdi Zaim, Yan Rizal and Unggul Prasetyo (2015): Molluscan Evidence for Slow Subsidence in the Bobotsari Basin during the Plio-Pleistocene, and Implications for Petroleum, J. Math. Fund. Sci., ITB, Vol. 47, No. 2, 2015, 185-204.
- A.M. Murray, Y. Zaim, Y. Rizal, Y. Aswan, G. F. Gunnell, and R. L. Ciochon (2015). "A Fossil Gourami (Teleostei, Anabantoidei) from Probable Eocene Deposits of the Ombilin Basin, Sumatra, Indonesia", Journal of Vertebrate Paleontology, ISSN: 02724634, Vol. 35 Issue 2, DOI: 10.1080/02724634.2014.906444, H Index = 70, SJR= 0.9, Quartile Journal = Q1 <https://www2.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84927572668&origin=>
- Yan Rizal, Gentur Waluyo, Septo Azis Irawan, Alfend Rudyawan (2016): “Facies Study of the Halang Formation Turbidites in Cibalung Area, Cimanggu District, Cilacap Regency, Central Java – Indonesia, Journal of Earth Science & Climatic Change, ISSN: 2157-7617, Vol. 7, Issue 8, P. 1-8, August 06, 2016 <https://www.omicsonline.org/open-access/157-7617-1000363.php?aid=77981>
- Aswan, Yahdi Zaim, Yan Rizal, I Nyoman Sukanta , Suci Dewi Anugrah , Agus Tri Hascaryo , Indra Gunawan , Tatok Yatimantoro , Weniza , Hidayanti Purnomo Hawati , Nurochim, (2016): Age Analysis of Paleotsunami Deposit around Lombok Island and It's Earthquake Determination, Proceeding 41st Annual Convention & Exhibition of Indonesian Association of Geophysicist)
- Aswan, Yahdi Zaim, Yan Rizal, I. Nyoman Sukanta, Suci Dewi Anugrah, Agus Tri Hascaryo, Indra Gunawan, Tatok Yatimantoro, Weniza Hidayanti, Purnomo Hawati, Wahyu Dwijo Santoso, Nurochim. ""Age Determination of Paleotsunami Sediments Around Lombok Island, Indonesia, and Identification of Their Possible Tsunamigenic

Earthquakes, Earthquakes Science (2016), ISSN: 16744519, Vol. 30 Issue 2, p. 107-113, DOI: 10.1007/s11589-017-0179-2, H Index = 19, SJR = 0.29, Quartile Journal = Q3 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85019567571&origin=>

- Yan Rizal, Raymond Lagona, Wahyu Dwijo Santoso (2017): "Turbidite Facies Study of Halang Formation on Pangkalan River, Karang Duren – Dermaji Village, Banyumas District, Central Java – Indonesia", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science ,1755-1307, Vol.71 conf 1 . . 11, p. 1-17, <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/71/1/012032>
- K. E. westaway, j. Louys, R. Due Awe, M. J. Morwood, G. J. Price, J.-x. Zhao, M. Aubert, R. Joannes-Boyau, T. M. Smith, M. M. Skinner, T. Compton, R. M. Bailey, G. D. van den Bergh, J. de Vos, A. W. G. Pike, C. Stringer, E. W. Saptomo, Y. Rizal, J. Zaim, W.D. Santoso, A. Trihascaryo, L. Kinsley & B. Sulistyanto (2017). "An early modern human presence in sumatra 73,000–63,000 years ago; Nature, ISSN: 0392-6672, Vol. 548, p. 322-425, DOI:10.1038/nature23452, H Index = 1096, SJR = 16.35, Quartile Journal = Q1, <https://www.nature.com/articles/nature23452>
- Yan Rizal, Aswan, Yahdi Zaim, Wahyu Dwijo Santoso, Nur Rochim, Suci Dewi Anugrah, Wijayanto, Indra Gunawan, Tatok Yatomantoro, Hidayanti,Resti Herdiani Rahayu, Priyobudi.(2017): "Tsunami Evidence in South Coast Java, Case Study: Tsunami Deposit along South Coast of Cilacap", IOP Conference Series:Earth and Environmental Science, 1755-1307, Vol.71 conf 1 . . 11, p. 1-12, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/71/1/012001>
- Julien Louys, Shimona Kealy, Sue O'Connor, Gilbert J. Price, Stuart Hawkins, Ken Aplin, Yan Rizal, Jahdi Zaim, Mahirta, Daud A. Tanudirjo, Wahyu Dwijo Santoso, Ati Rati Hidayah, Agus Trihascaryo, Rachel Wood, Joseph Bevitt, and Tara Clark, 2017: "Differential preservation of vertebrates in southeast asian caves", international journal of speleology, ISSN: 0392-6672 Vol. 46 No. 3, p. 379-402, DOI: 10.4172/2157-7617.1000363. H Index= 28, SJR= 0.58, Quartile Journal = Q2 <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php>.
- Yan Rizal, Wahyu Dwijo Santoso, Alfend Rudyawan, Romy Ari Setiaji, Eko Bayu Purwasatriya. "Turbidite Facies of Lower Penosogan Formation in Karanggayam Area, Kebumen, Indonesia", (2018), Modern Applied Science, ISSN: 1913-1844 eISSN: 1913-1852, Vol. 12 No. 6, DOI: <http://>

doi.org/10.5539/mas.v12n6p124, H Index = 21, SJR = 0.2, Quartile Journal = Q2 <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=19900191611&tip=sid&clean=0>

- Yan Rizal, Ricky Andrian Tampubolon, Wahyu Dwijo Santoso, Alfend Rudyawan. ""Sediment Facies of Upper Part of Late Miocene Halang Formation in Kali Tajum, Gumelar Area, Banyumas-Central Java, Indonesia", (2018), Modern Applied Science, ISSN: 1913-1844, eISSN: 1913-1852, Vol. 13 No. 8 p. 22-39, DOI: 10.5539/mas.v13n8p22, H Index = 21, SJR = 0.2, Quartile Journal = Q2, <https://doi.org/10.5539/mas.v13n8p22>
- Yan Rizal, Aji Rahmat Gumilar, (2019), "The Architectural Element Distribution of Cinambo Formation in Jatigede Area, Sumedang District, West Java-Indonesia", Modern Applied Science, ISSN: 1913-1844 (print), ISSN: 1913-1852 (online), Vol. 13 No. 7 pp. 94-106, DOI: 10.5539/mas.v13n7p94, H Index = 21, SJR = 0.2, Quartile Journal = Q2 <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/mas/article/view/0/39963>
- Yan Rizal, Aswan, Jahdi Zaim, Mika R. Puspaningrum, Wahyu D. Santoso & Nur Rochim, (2019) "Late Miocene to Pliocene Tsunami Deposits in Tegal Buleud, South Sukabumi, West Java, Indonesia", Modern Applied Science, ISSN: 1913-1844, eISSN: 1913-1852, Vol. 13 No. 12, DOI: 10.5539/mas.v13n12p80, H Index=21, SJR=0.2 Quartile Journal=Q2 <https://www.researchgate.net/publication/337675654>
- Yan Rizal, Kira E. Westaway, Yahdi Zaim, Gerrit D. van den Bergh, E. Arthur Bettis III, Michael J. Morwood, O. Frank Huffman, Rainer Grün, Renaud Joannes-Boyau, Richard M. Bailey, Sidarto, Michael C. Westaway, Iwan Kurniawan, Mark W. Moore, Michael Storey, Fachroel Aziz, Suminto, Jian-xin Zhao, Aswan, Maija E. Sipola, Roy Larick, John-Paul Zonneveld, Robert Scott, Shelby Putt & Russell L. Ciochon. "Last appearance of Homo erectus at Ngandong, Java, 117,000–108,000 years ago", Nature, ISSN: 00280836, Volume 577, Issue 7790, 16 January 2020, Pages 381-385, DOI: 10.1038/s41586-019-1863-2, H Index = 1096, SJR = 16.35, Quartile Journal = Q1 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85077068003&origin=>

**b. Dalam jurnal nasional ber-referee dan diakui**

- Yan Rizal, Yahdi Zaim, Aswan, Christine Hertler, Novi Triany. "Geologi dan Paleontologi Vertebrata Daerah Jembarwangi dan sekitarnya

Kabupaten Sumedang, Jawa Barat”, Buletin Geologi ITB, eISSN: 0126-3498, Vol. 39 No. 2, pp. 95-116, 2009, KK Geologi, FITB – ITB

- Adityan Mulia, Yan Rizal, (2014). “Identification of Sea Levels Based On Mollusks Taphonomy – A Case Study of Sequence Stratigraphy Boundaries In The Black Clay In Cisaar River Valley, Majalengka Area”, Buletin Geologi ITB, eISSN: 0126-3498, Vol. 41 No. 1, pp. 43-57, 2014 , KK Geologi, FITB – ITB
- Aswan, Yahdi Zaim, Yan Rizal, Iyep Sopandi (2009). “Sedimentary Cycle of Cijulang Formation, Tambaksari Area, Ciamis, West Java Based On Molluscan Fossils”, Buletin Geologi ITB, ISSN: 0126-3498, Vol. 39, No.1, p. 27-32, KK Geologi, FITB – ITB
- Yahdi Zaim, Yan Rizal, Aswan. “Paleontologi Vertebrata Fosil Ikan Paus dan Geologi Daerah Surade, Jampang-Jawa Barat”, Buletin Geologi ITB, eISSN: 0126-3498, Vol. 39 No. 2, pp. 77-84, 2009, KK Geologi, FITB – ITB
- Aswan,Yahdi Zaim, Yan Rizal,Iyep Sopandi (2009): “ Sendimentary Cycle of Cijulang Formation, Tambaksari Area, Ciamis, West Java Based on Molluscan Fossils „,Buletin Geologi ITB, Jilid/Volume 39, No. 1, p.27-32, 2009
- Maisi Asri Riswenty, Agus H. Harsolumakso, Yan Rizal, (2010,) Geologi dan Karakterisasi Rekahan pada Facies Batugamping Formasi Rajamandala Daerah Pasir Aseupan dan Sekitarnya, Sukabumi, Jawa Barat, Buletin Geologi, Volume 40, No. 3, Hal. 105-121, ISSN 0126-3498
- Syahputra R., Rizal Y., (2010), Geologi Daerah Panglengseran dan Sekitarnya serta Potensi Mineral Ekonomi, Kecamatan Cikembar, kabupaten Sukabumi, Jawa Barat, Buletin Geologi Jilid/Volume 40, No. 3 Tahun 2010
- Yudhicara, Y. Zaim, Yan Rizal, Aswan, R. Triyono, U.Setiyono, D. Hartanto (2013) “Characteristics of Paleotsunami Sediments, A Case Study in Cilacap and Pangandaran Coastal Areas, Jawa Indonesia”, Jurnal Geologi Indonesia Vol. 8, No.4, Hal. 163-175
- Aswan , S. Rijani, Yan Rizal, (2013) “Identifikasi Lapisan Cangkang dan Signifikasi Siklus Sedimentasinya Pada Formasi Kaliwungu, Sumedang, Jawa Barat”, Indonesian Journal of Geology (IJOG), eISSN: 1907-2953, Vol. 8 No. 1, pp. 1-11, march 2013, Geology Agency, DOI: 10.17014/ijog.v8i1.151, <https://ijog.geologi.esdm.go.id/index.php/IJOG/article/view/151>

- Wahyu Dwijo Santoso, Ronald, Rubiyanto Kapid, Yan Rizal, (2015). "Interpretasi Lingkungan Pengendapan Batubara Formasi Balikpapan di Daerah Kambang Janggut, Kecamatan Muara Ancalong, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur", Buletin Geologi eISSN: 0126-3498, Vol. 42 No. 2, p. 81-88, Tahun 2015
- Wahyu Dwijo Santoso, Yahdi Zaim, Yan Rizal (2017). "Carbonate Biofacies and Paleoenvironment Analysis Based on Acropora Coral in Ujunggenteng Area, West Java", Riset, ISSN 0125-9849, e-ISSN 2354-6638, Ris.Geo.Tam Vol. 27, No.2, Desember 2017 (179-188)DOI: 10.14203/risetgeotam2017.v27.477 , H Index=6, Sinta Score S2 <http://www.jrisetgeotam.com/index.php/jrisgeotam/article>
- Wahyu Dwijo Santoso, Yahdi Zaim, Yan Rizal. "Paleontology Of Acropora Corals and Standard Facies Belt From Ujunggenteng Area, West Java", Riset, eISSN: 2354-6638, Vol. 28 No. 2, p. 129-140, Desember 2018, LIPI, DOI: 10.14203/risetgeotam2017.v27.450. H Index=6, Sinta Score S2 <http://www.jrisetgeotam.com/index.php/jrisgeotam/article>
- Yan Rizal, Wahyu Dwijo Santoso, Alfend Rudyawan, Ricky Adrian Tampubolon, Affan Arif Nurfaian. (2018): "Sedimentary Facies And Hydrocarbon Reservoir Potential Of Sand Flat In The Upper Part Of Tapak Formation In Banyumas Area, Central Java", Ris.Geo.Tam, eISSN: 2354-6638, Vol. 2 No.2 p. 251-263, Desember 2018 <http://jrisetgeotam.com/index.php/jrisgeotam/article/view/835>
- Yan Rizal, Ricky Andrian Tampubolon, Wahyu Dwijo Santoso, 2019. ""Studi Diagenesis Batupasir pada Asosiasi Fasies Channel-Fill Formasi Halang"", Buletin Geologi, eISSN: 2580-0752 Vol. 3 No. 1 pp. 279-291, DOI: 10.5614/bull.geol.2019.
- Ayu Andini, Yan Rizal, 2019. "Geologi Batubara Daerah Binungan Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur", Buletin Geologi, eISSN: 2580-0752 Vol. 3 No. 1, p. 271-278, DOI: 10.5614/bull.geol.2019.3.1 <https://buletingeologi.com/index.php/buletin-geologi>
- RIZAL, Yan; FAHMI, Muhammad Agung Akrom; HAQ, Hamzal Imanul, 2019. ""Geologi dan Sumberdaya Batubara Derah Satiung – Kuala Kuayan dan Sekitarnya, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah"". Bulletin of Geology, [S.l.], vol. 3, no. 3, p. 398-416, dec. 2019. ISSN 2580-0752. <https://buletingeologi.com/index.php/buletin-geologi>

- Muhammad AlGadri Nafian dan Yan Rizal., Geologi Batubara Daerah Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Bulletin of Geology, Vol. 5, No.2, 2021, e-Issn: 2580-752 DOI: 0.5614/bull.geol.2021.5.2.3 <https://buletingeologi.com/index.php/buletin-geologi>
- Elvira Risyeu Nur Annisa, Yan Rizal., 2021, Studi Fasies dan Elemen Arsitektur Formasi Ranggam di Daerah Belo Laut, Kabupaten Bangka Barat. Bulletin of Geology, Vol. 5, No.2, 2021, e-Issn: 2580-752 DOI: 10.5614/bull.geol.2021.5.2.4 <https://buletingeologi.com/index.php/buletin-geologi>
- Salman Dewanto, Yan Rizal, Ryan Aji Frans Jaya., 2021, Pengayaan Timah (Sn) dan Unsur Tanah Jarang (Ce, La, dan Y) Endapan Plaser di Daerah Badau, Kabupaten Belitung. Bulletin of Geology, Vol. 5, No.3, 2021, e-Issn: 2580-752 DOI: 10.5614/bull.geol.2021.5.3.1 <https://buletingeologi.com/index.php/buletin-geologi>
- Muhammad Marvin Fauzan, Ryan Aji Frans Jaya, Yan Rizal, 2021, Potensi Pengayaan Timah Primer dan Sekunder serta Unsur Tanah Jarang di Daerah Simpang Pesak, Kabupaten Belitung Timur. Bulletin of Geology, Vol. 5, No.3, 2021, e-Issn: 2580-752 DOI: 10.5614/bull.geol.2021.5.3.2 <https://buletingeologi.com/index.php/buletin-geologi>
- Aswan dan Yan Rizal, 2021, Identification of suspected paleotsunami deposits study from Karapyak Beach, Pangandaran area, West Java, Indonesia Bulletin of the Marine Geology, Vol.36, N0. 2., 2021, e-ISSN: 2527-8843 DOI: 10.32693/bomg.36.2.2021.727 <http://ejournal.mgi.esdm.go.id/index.php/bomg>
- Abdul Fauzan Fathan Al-Hakim dan Yan Rizal, 2021, Fasies Sedimentasi dan Elemen Arsitektur Formasi Citalang di Desa Sidamukti, Kecamatan Majalengka, Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat. Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Vol. 22 No. 3. e-ISSN: 2549-4759 <https://jgsm.geologi.esdm.go.id/index.php/JGSM>

## **IX. PENGHARGAAN**

- Satya Lencana 20 Tahun, Rektor ITB-Dikti, 2008
- Satya Lencana 25 Tahun, Rektor ITB-Dikti, 2014
- Satya Lencana 20 Tahun, Rektor ITB-Dikti, 2019
- Penghargaan Penelitian, Rektor ITB, 2020
- Penghargaan artikel ilmiah berkualitas, DIKTI, 2020



● Gedung STP ITB, Lantai 1,  
Jl. Ganesa No. 15F Bandung 40132  
+62 22 20469057  
[www.itbpress.id](http://www.itbpress.id)  
[office@itbpress.id](mailto:office@itbpress.id)  
Anggota Ikapi No. 043/JBA/92  
APPTI No. 005.062.1.10.2018

## Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung

Jalan Dipati Ukur No. 4, Bandung 40132  
E-mail: sekretariat-fgb@itb.ac.id  
Telp. (022) 2512532  
[fgb.itb.ac.id](http://fgb.itb.ac.id) [FgbItb](https://www.facebook.com/FGB_ITB) [FGB\\_ITB](https://twitter.com/FGB_ITB)  
[@fgbitb\\_1920](https://www.instagram.com/@fgbitb_1920) [Forum Guru Besar ITB](https://www.youtube.com/ForumGuruBesarITB)

ISBN 978-623-297-299-5



9 786232 972995