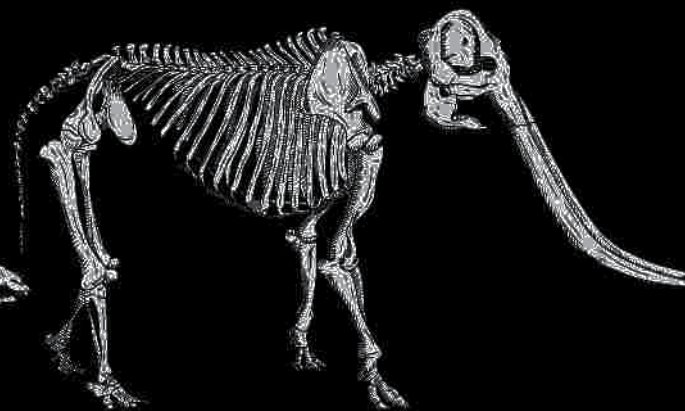
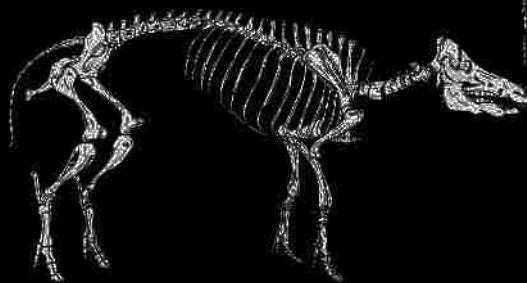
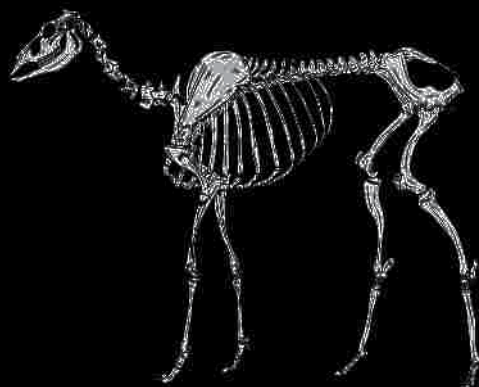


ATLAS
FOSIL VERTEBRATA

ATLAS OF VERTEBRATE FOSSILS

KOLEKSI MUSEUM GEOLOGI
BADAN GEOLOGI



**ATLAS
FOSIL VERTEBRATA
KOLEKSI MUSEUM GEOLOGI
BADAN GEOLOGI**

**ATLAS OF VERTEBRATE FOSSILS
COLLECTION OF GEOLOGICAL MUSEUM
GEOLOGICAL AGENCY**

ATLAS FOSIL VERTEBRATA KOLEKSI MUSEUM GEOLOGI BADAN GEOLOGI

ATLAS OF VERTEBRATE FOSSILS
COLLECTION OF GEOLOGICAL MUSEUM
GEOLOGICAL AGENCY

Koleksi Museum Geologi, Pusat Survei Geologi, Badan Geologi

Collection of the Geological Museum, Centre for Geological Survey, Geological Agency

BADAN GEOLOGI

Geological Agency

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Ministry of Energy and Mineral Resources

2023

© 2023 Badan Geologi
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Atlas Fosil Vertebrata Koleksi Museum Geologi, Badan Geologi 2023

96 hlm ; 25 x 17,6 cm (B5)

ISBN

1. Atlas

3. Badan Geologi

2. Fosil Vertebrata (Mamalia)

Penulis : Fachroel Aziz, Anton S. Hadiputro, Halmi Insani

Author

Desain isi : Thomas Priyo Ertanto

Content design

Fotografer : Thomas Priyo Ertanto

Photographer

Cetakan Pertama :

First edition

Diterbitkan : Badan Geologi

Published by

Geological Agency

Diterbitkan oleh:

BADAN GEOLOGI

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

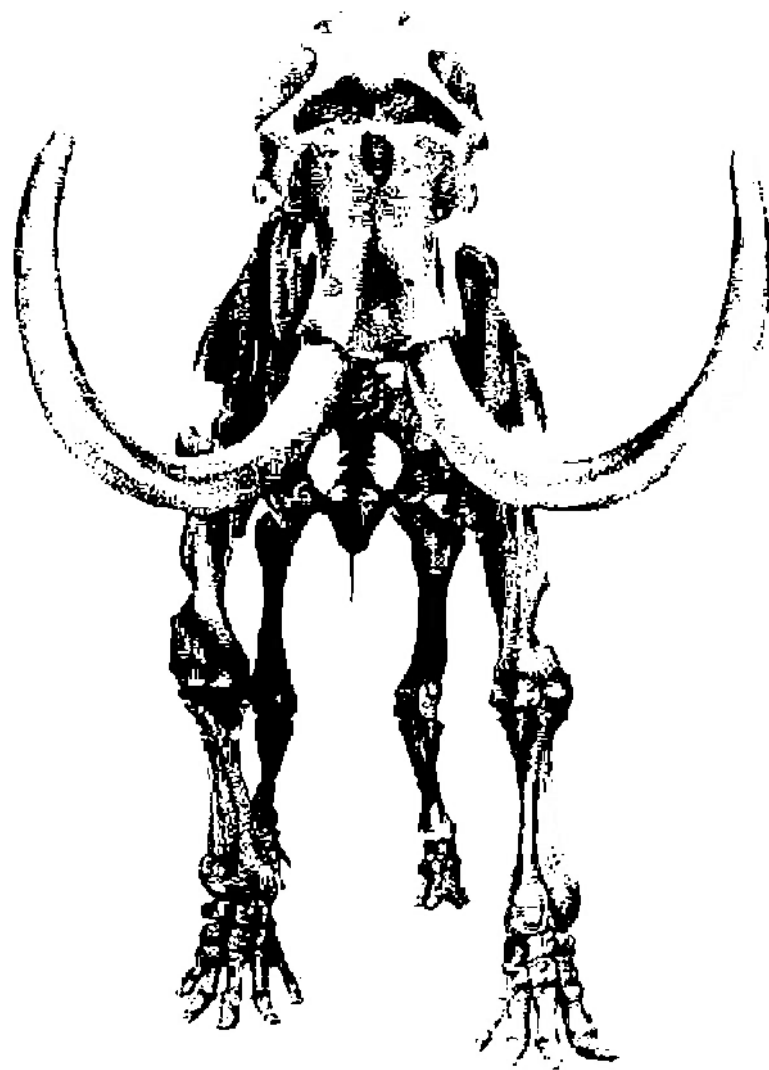
Center for Geological Survey | Geological Agency | Ministry of Energy and Mineral Resources

Jl. Diponegoro No. 57 Bandung 40122 Telp. 7213822

Telp. (022) 7215279

E-mail : geologi@esdm.go.id





Daftar Isi

Content

Prakata Penulis	VII	1.4.3 Wallacea	8
Author's Preface		Wallacea	
Prakata Badan Geologi	VIII	1.4.4 Garis Wallace	8
Geological Agency Foreward		Wallace's Line	
Ucapan Terima Kasih	IX	1.5 Biostratigrafi Mamalia Jawa	11
Acknowledgements		Mammalia Biostratigrsphy of Java	
Tentang Penulis	X	1.6 Keluarga Gajah di Indonesia	13
About the authors		Elephant Familes in Indonesia	
1. Pendahuluan	1	2. Fosil Vertebrata Pusat Survei Geologi	16
Introduction		Vertebrate Fossil of The Centre of Geological Survey	
1.1 Sekilas Tentang Fauna Vertebrata	3	2.1 Jawa	21
An Overview of Vertebrate Faunas		Java	
1.2 Penyebaran Fauna	5	2.2 Sulawesi	46
Fauna Dipersal		Sulawesi	
1.3 Jalur Migrasi	7	2.3 Cekungan Soa, Flores	63
Migartion Routes		Soa Basin, Flores	
1.4 Geografi Kepulauan Indonesia	8	3. Kesimpulan	78
Geogrphic of Indonesia Islands		Conclutions	
1.4.1 Paparan Sunda	8	4. Bibliografi	80
Sunda Shelf		Bibliography	
1.4.2 Paparan Sahul	8		
Sahul Shelf			

I Prakata Penulis

Penelitian mendalam terkait fosil vertebrata, yang menjadi fokus Badan Geologi, mengungkapkan perjalanan ilmiah yang panjang dan menarik, sejak masa Pemerintahan Hindia Belanda. Dalam rentang waktu tersebut, eksplorasi terhadap fosil vertebrata terus dilanjutkan hingga era kontemporer, dan menciptakan kerangka kerja kolaboratif yang erat dengan berbagai institusi penelitian internasional.

Kerja sama dengan lembaga seperti The University of Utrecht, the National Museum of Natural History, The University of New England, dan The University of Wollongong sejak tahun 1980 hingga 2015 telah membuka jendela pengetahuan menuju berbagai lokasi yang kaya akan fosil di Jawa, Sulawesi, dan Flores. Keterlibatan ini menjadi tonggak penting dalam upaya pengumpulan fosil vertebrata dan menghadirkan peristiwa signifikan yang menyumbangkan pemahaman mendalam terhadap evolusi dan sejarah alam di wilayah tersebut.

Segala hasil penelitian yang terhimpun selama periode 1980-2015, kini disimpan dengan teliti di Museum Geologi Bandung. Atlas ini, sebagai suatu karya monumental, menjadi wadah yang memaparkan secara terperinci koleksi Fosil Vertebrata hasil penelitian tersebut. Koleksi ini tidak hanya mencerminkan pencapaian ilmiah semata, melainkan juga menggambarkan dedikasi serta kontribusi berkesinambungan dalam memperkaya pemahaman akan sejarah geologi di Indonesia. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan rasa hormat, kami persembahkan atlas ini. Semoga buku ini menjadi arsip visual yang mengabadikan warisan fosil vertebrata yang memberi makna mendalam bagi pemahaman kita akan sejarah bumi dan kehidupan di dalamnya.

I Author's Preface

The Geological Agency's primary area of study, vertebrate fossils, has been the subject of extensive research that has uncovered an intriguing scientific history that dates back to Dutch colonialism. During this period, the investigation of vertebrate fossils carried over into the modern era and established a close-knit framework for collaboration with numerous foreign research institutions.

Working together with organizations like the University of Wollongong, the National Museum of Natural History, the University of Utrecht, and the University of New England from 1980 to 2015 has provided new insights into a number of fossil-rich areas in Java, Sulawesi, and Flores. This participation marked a critical turning point in the endeavor to acquire vertebrate fossils and was an important event that advanced our understanding of the evolution and natural history.

All study findings gathered between 1980 and 2015 are currently being properly preserved at the Bandung Geological Museum. As a mammoth work, this atlas provides a detailed explanation of the collection of vertebrate fossils that came about as a result of this research. This compilation not only showcases scientific accomplishments but also demonstrates commitment and ongoing efforts to enhance comprehension of Indonesia's geological past. We therefore present this atlas with pride and respect. In order to deepen our awareness of the earth's past and life on it, vertebrate fossils have left behind a record that we hope this book will preserve as a visual archive.

| Prakata Badan Geologi

Dengan penuh antusiasme, kami persembahkan *Atlas Fossil Vertebrata*, sebuah karya monumental yang muncul sebagai kelanjutan dari prestasi *Atlas Homo Erectus* yang terbit pada tahun 2014. Sudah barang tentu, kehadiran atlas ini bukan hanya sebuah pencapaian ilmiah semata, melainkan juga sebuah komitmen untuk terus menggali dan memahami sejarah kehidupan di bumi, khususnya dalam konteks fosil vertebrata. Sebagai Plt. Kepala Badan Geologi, kami meyakini bahwa pengetahuan yang terkandung dalam atlas ini akan memberikan sumbangan berharga bagi perkembangan ilmu paleontologi, menjadi panduan esensial bagi para ahli yang berdedikasi dalam bidang ini.

Harapan kami, buku ini tidak hanya menjadi sumber referensi internal, melainkan juga dapat menginspirasi para ahli lain untuk berkontribusi dengan karya-karya unik mereka. Semoga hasil penelitian dan temuan baru terus bermunculan, menggugah semangat kolaborasi dan

pengembangan ilmu pengetahuan di seluruh dunia. Kami juga ingin menekankan bahwa atlas ini tidak hanya ditujukan bagi kalangan ahli, tetapi juga untuk masyarakat umum. Dalam rangka menciptakan pemahaman yang lebih mendalam tentang keragaman Sumber Daya Alam Indonesia, atlas ini diharapkan dapat menjadi jendela yang membuka pandangan kita terhadap kekayaan alam yang luar biasa dan memberikan inspirasi untuk melestarikannya.

Pada kesempatan ini, kami menyampaikan apresiasi setinggi-tingginya kepada para penyusun dan semua pihak yang terlibat dalam perjalanan panjang menuju terwujudnya atlas ini. Buah dari kerja keras, dedikasi, dan semangat kolaboratif luar biasa dari setiap insan yang terlibat ini tidak hanya menciptakan suatu karya ilmiah yang bernilai, melainkan juga merengkuh makna mendalam tentang proses dan kompleksitas sejarah bumi.

| Foreword Geological Agency

With great pleasure, we present the *Atlas of Vertebrate Fossils*, an enormous project that built upon the successes of the 2014 publication of the *Atlas of Homo Erectus*. Naturally, the availability of this atlas represents not only a scientific triumph but also a dedication to carry on investigating and comprehending the evolution of life on Earth, particularly in relation to vertebrate fossils. As the Acting Head of the Geological Agency, we are confident that the information in this atlas will advance paleontological science and serve as a vital resource for professionals working in the subject.

In addition to serving as an internal reference tool, our goal is that this book will serve as an inspiration for other specialists to contribute their own contributions. It is our aim that fresh research findings and outcomes will keep coming to light, encouraging global

cooperation and scientific advancement. We also wish to stress that the general public is the intended audience for this atlas, in addition to professionals. We hope that this atlas will serve as a window into Indonesia's incredible natural riches, inspiring us to preserve them and fostering a deeper awareness of the diversity of the country's natural resources.

We would like to use this opportunity to extend our sincere gratitude to the writers and everyone who helped make this atlas a reality over the lengthy process. In addition to producing important scientific research, the result of everyone's amazing work ethic, commitment, and teamwork is a deep appreciation for the intricacy and complexity of earth's historical processes.

| Ucapan Terima Kasih

Penyusunan Atlas Fossil Vertebrata ini dapat terlaksana berkat perhatian, dukungan, motivasi, dan bantuan sepenuhnya dari Badan Geologi. Untuk itu penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Kepala Badan Geologi, Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Udi Hartono atas saran, diskusi dan koreksi naskah Atlas Fossil Vertebrata ini. Terima kasih pula penulis sampaikan kepada berbagai pihak, terutama kepada Iwan Kurniawan, ST., staf Pusat Survei Geologi dan Thomas Priyo Ertanto, staf Museum Geologi yang telah membantu dalam penyusunan, perancangan gambar dan sketsa sampai terwujudnya Atlas ini.

| Acknowledgements

The Geological Agency's primary area of study, vertebrate fossils, has been the subject of extensive research that has uncovered an intriguing scientific history that dates back to Dutch colonialism. During this period, the investigation of vertebrate fossils carried over into the modern era and established a close-knit framework for collaboration with numerous foreign research institutions.

Working together with organizations like the University of Wollongong, the National Museum of Natural History, the University of Utrecht, and the University of New England from 1980 to 2015 has provided new insights into a number of fossil-rich areas in Java, Sulawesi, and Flores. This participation marked a critical turning point in the endeavor to acquire vertebrate fossils and was an important event that advanced our understanding of the evolution and natural history.

| Tentang Penulis

FACHROELAZIZ adalah Profesor Riset bidang Paleontologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Republik Indonesia. Tahun 1972 Fachroel Aziz menjadi Pegawai Negeri Sipil (PNS) di Direktorat Geologi sebagai staf di seksi paleontologi. Ia memperoleh gelar Doktor Sains di bidang Paleontologi Vertebrata dari Universitas Kyoto, Jepang, 1990. Pada 2008 ia memperoleh gelar Profesor Riset dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dengan pidato ilmiah berjudul “Evolusi dan Paleontologi Vertebrata Indonesia: Perspektif Perubahan Iklim”. Pada tahun 2011, ia memasuki masa purnabakti (pension).

ANTON S. HADIPUTRO penulis dan peneliti. Lahir di Wates, 9 Mei 1977. Pendidikan menengahnya ditempuh di Australia dan Bandung. Setamat dari SMA, ia menempuh S1 Statistika dari Universitas Padjadjaran dan S2 Kebijakan Publik dari Sekolah Tinggi Ilmu Administrasi, Lembaga Administrasi Negara, Bandung. Bekerja di KESDM, sejak 2009 dan sekarang ditempatkan di Sekretariat Badan Geologi, Badan Geologi. Tahun 2010, mendapatkan anugerah Dharma Karya Muda dari KESDM. Pernah terlibat dalam tim penyusunan buku Mineral dan Energi Kekayaan Bangsa: Sejarah Pertambangan dan Energi Indonesia (KESDM, edisi ke-1, 2009; dan ke-2, 2012), menulis buku Dari Emas Sumatera ke Tambang Papua: Sejarah Penyelidikan Geologi dan Pertambangan Indonesia Abad XVII - Abad XX (2020).

| About the Authors

FACHROEL AZIZ is a Research Professor in Paleontology at the, Geological Agency, Ministry of Energy and Mineral Resources, Republic of Indonesia. In 1972, Fachroel Aziz as a staff of paleontology at the Directorate of Geology. He earned his Doctor of Science in Paleontology from Kyoto University, Japan, 1990. In 2008 he received his Professor from The Indonesian Institute of Science (LIPI) with scientific speech entitled “Evolution of the Indonesian Vertebrate: Perspectives on climate change. In 2011 he retired.

ANTON S. HADIPUTRO is a writer and researcher. Born in Wates, May 9, 1977. His secondary education was taken in Australia and Bandung. After graduating from high school, he took a Bachelor of Statistics from Padjadjaran University and a Master of Public Policy from the College of Administrative Sciences, State Administration Institute, Bandung. He has worked at the Ministry of Energy and Mineral Resources since 2009 and is currently stationed at the Secretariat of the Geological Agency, Geological Agency. In 2010, he received the Dharma Karya Muda award from the Ministry of Energy and Mineral Resources. He was involved in the drafting team of the book Mineral and Energy Wealth of the Nation: History of Indonesian Mining and Energy (MEMR, 1st edition, 2009; and 2nd edition, 2012), wrote the book Dari Emas Sumatera ke Tambang Papua: History of Indonesian Geological and Mining Investigation XVII Century - XX Century (2020).

| Tentang ...

HALMI

| About ...

HALMI





1. PENDAHULUAN INTRODUCTION

Sejarah panjang penelitian dan pengumpulan fosil vertebrata di Indonesia sudah dimulai sejak lebih 150 tahun yang lalu, ketika Franz Willem Junghuhn seorang Pecinta Alam (Naturalist) berkebangsaan Jerman pada tahun 1853 mengumpulkan fosil ikan Hiu, *Cacarias megalodon* dari perbukitan Tersier dekat Yogyakarta. Raden Saleh pada 1867 melaporkan temuan fosil dari Gunung Pandan dan Kedung Lumbu, dekat Kedungbrubus, Pegunungan Kendeng (Theunissen, et al., 1990). Penelitian dan pengumpulan fosil vertebrata secara sistematis dilakukan oleh Eugene Dubois dalam usaha menemukan *the missing link* di daerah Perbukitan Gamping, Gua Jimbe, Lidah Ayer dan Sibrambang, Padang Highland, Sumatera. Kemudian berlanjut di Trinil dan daerah lainnya sekitar Pegunungan Kendeng, Jawa (Aziz & Hadiwijoyo, 1998).

Penggalan (ekskavasi) di Trinil berhasil menemukan gigi geraham (Trinil 1) pada September 1891, kemudian pada Oktober 1891 ditemukan tengkorak (Trinil 2) dan Agustus 1893 ditemukan tulang paha (Trinil 3). Setelah dilakukan penelitian seksama Dubois berkesimpulan bahwa temuan ini adalah *the missing link*. Temuan ini diumumkan dalam publikasi dengan judul *Pithecanthropus erectus, einen menschenaehnliche Uebergangsform aus Java* (Dubois, 1894). *Pithecanthropus erectus* berarti manusia kera berdiri tegak, sekarang secara ilmiah disebut sebagai *Homo erectus* yang dipercaya sebagai moyang manusia, *Homo sapiens*. Spesimen tengkorak (Trinil 2) sebagai *Holotype* dari *Pithecanthropus erectus*.

The long history of vertebrate fossil research and collection in Indonesia dates back more than 150 years, when Franz Willem Junghuhn, a German naturalist, in 1853 collected a shark fossil, *Cacarias megalodon*, from the Tertiary hills near Yogyakarta. Raden Saleh in 1867 reported finding fossils from Mount Pandan and Kedung Lumbu, near Kedungbrubus, Kendeng Mountains (Theunissen, et al., 1990). Systematic research and collection of vertebrate fossils was carried out by Eugene Dubois in an effort to find the missing link in the Gamping Hills, Jimbe Cave, Lidah Ayer and Sibrambang, Padang Highland, Sumatra. Then continued in Trinil and other areas around the Kendeng Mountains, Java (Aziz & Hadiwijoyo, 1998).

Excavations in Trinil succeeded in finding a molar tooth (Trinil 1) in September 1891, then in October 1891 a skull (Trinil 2) and in August 1893 a femur (Trinil 3). After careful research he concluded that this finding was the missing link. This finding was announced in a publication entitled *Pithecanthropus erectus, einen menschenaehnliche Uebergangsform aus Java* (Dubois, 1894). *Pithecanthropus erectus* means upright ape man, now scientifically referred to as *Homo erectus* which is believed to be the ancestor of humans, *Homo sapiens*. Skull specimen (Trinil 2), as *Holotype* of *Pithecanthropus erectus*.

The collection of vertebrate fossils including the *Homo erectus* specimen collected is now stored and managed at the Biodiversity Center (Naturalis), Leiden, The Netherlands. The next excavation in Trinil was done by Salenka (1905 – 1906), and the vertebrate fossils collected are now in the Berlin Museum, Germany.

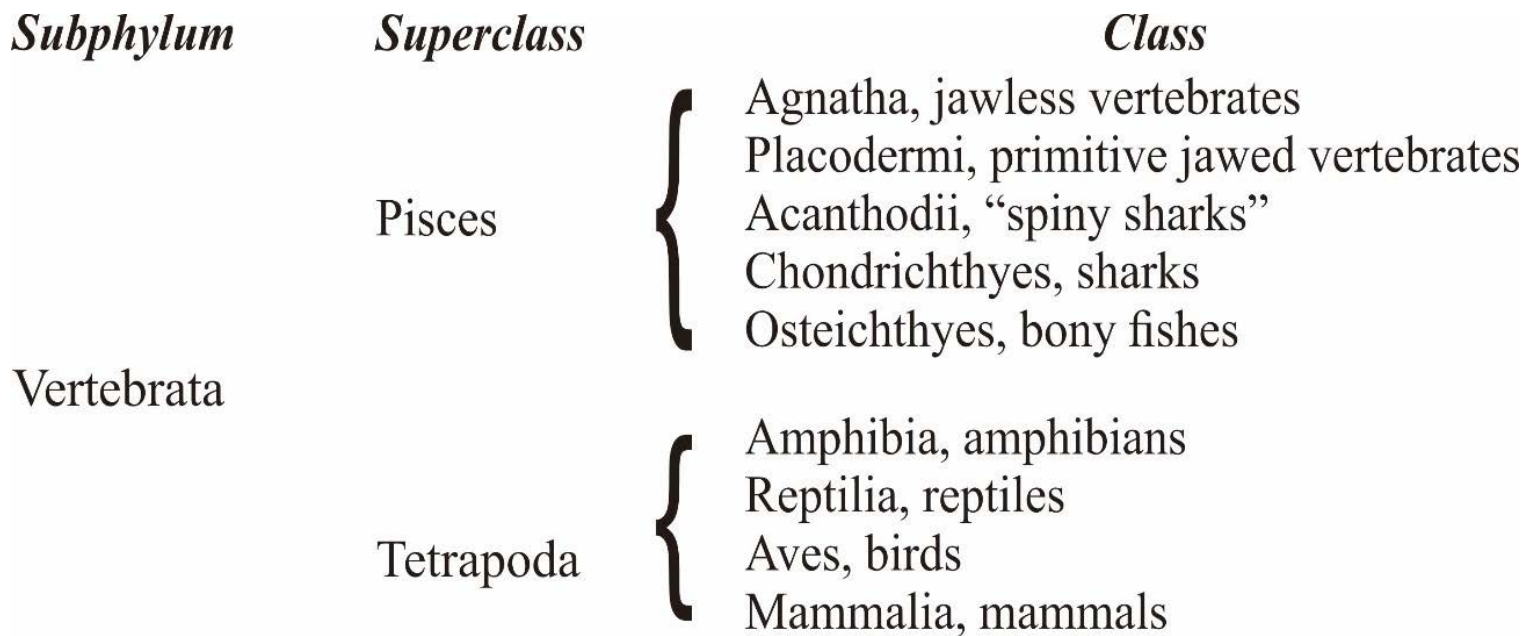
Koleksi fosil vertebrata termasuk spesimen *Homo erectus* yang dikumpulkan sekarang disimpan dan dikelola di Biodiversity Centre (Naturalis), Leiden, Belanda. Ekskavasi di Trinil berikutnya dilakukan oleh Salenka pada 1905-1906 dan fosil vertebrata yang berhasil dikumpulkan saat ini berada di Museum Berlin, Jerman.

Koleksi fosil vertebrata Pusat Survei Geologi terutama dihasilkan dari penelitian dan survei yang dilakukan oleh Dienst van den Mijnbouw (1920an - 1940an) dan dilanjutkan oleh Jawatan Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi), Badan Geologi (1952 - sekarang). Beberapa koleksi tambahan batuan dan fosil diterima dari donasi dan pertukaran dengan pihak luar. Ada sekitar 60.000 koleksi fosil vertebrata koleksi Pusat Survei Geologi disimpan di Museum Geologi, Badan Geologi, Jalan Diponegoro 57, Bandung 40122. Beberapa di antaranya diperagakan di ruang peragaan untuk masyarakat umum. Atlas ini menyajikan hasil penelitian fosil vertebrata sejak 1980 sampai 2015.

The Centre of Geological Survey's vertebrate fossil collection is mainly the result of research and surveys conducted by Dienst van den Mijnbouw (1920s - 1940s), and it is continued by Jawatan Geologi (now the Centre of Geological Survey) The Geological Agency (1952 - up to present). Some additional collections of rocks and fossils were received from donations and exchanges with outside parties. There are 60,000 vertebrate fossil collections stored at the Geological Museum, Geological Agency, Jalan Diponegoro 57 Bandung 40122. Some of them are displayed in the Demonstration Room for general public. This atlas presents the result of research on vertebrate fossils from 1980 to 2015.

1.1. Sekilas Tentang Fauna Vertebrata

Fauna vertebrata ialah hewan yang memiliki tulang belakang (vertebrate), muncul pertama kali di bumi pada prioda Ordovician sekitar 500 Juta tahun lalu berupa sejenis ikan tanpa rahang (*Jawless Vertebrate*), *Agnatha*, kemudian terus berkembang hingga kini. Fauna vertebrata dapat dibagi menjadi Super class (Gambar 1): Pisces (ikan) terdiri dari *Agnatha*, *Placodermi*, *Acanthodii*, *Chondrichthyes* (?), *Osteichthyes* dan Tetrapoda yang merupakan hewan berkaki empat terdiri dari: Amphibia, Reptilia, Aves (burung) dan Mammalia (Colbert, 1955).



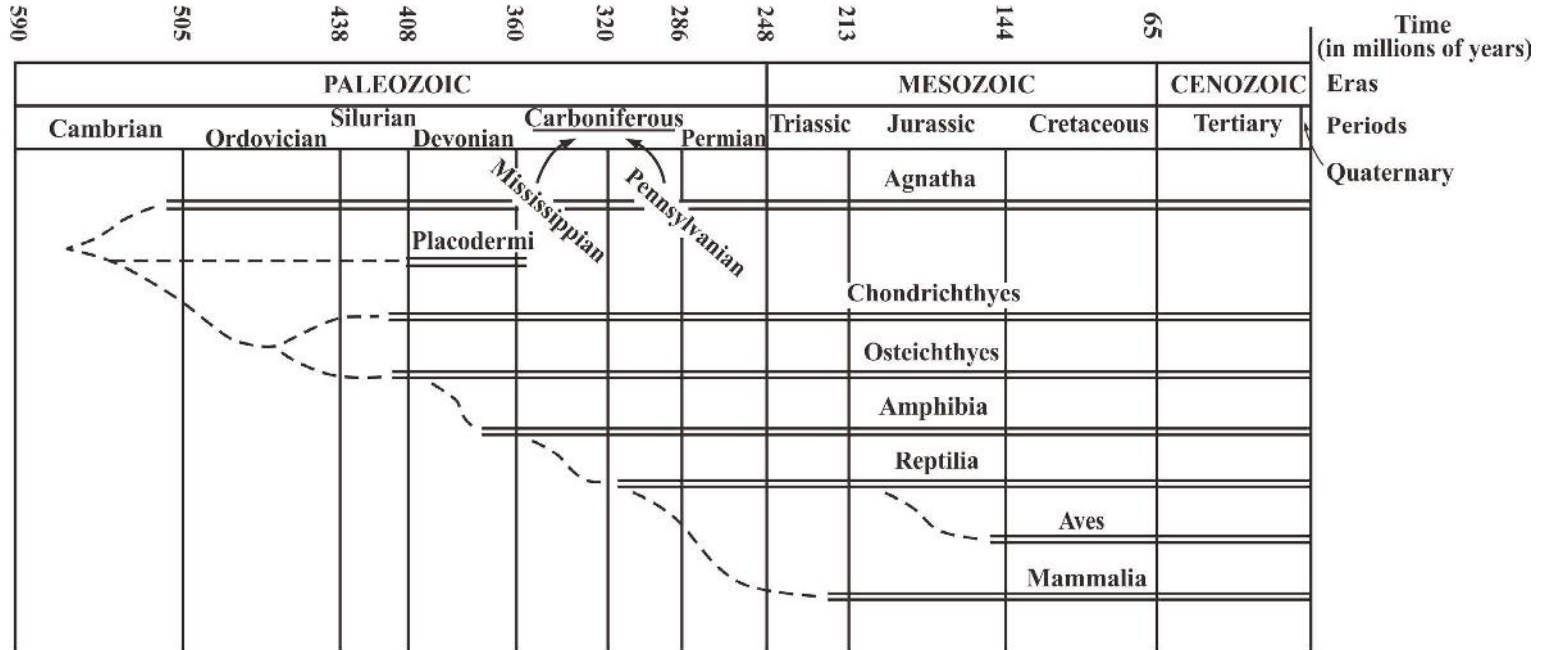
Gambar 1. Klasifikasi Vertebrata
Figure 1. Classification of Vertebrate
(Colbert, 1955)

1.1. An Overview of Vertebrate Fauna

Vertebrate fauna is an animal that has a spine (vertebrate), first appeared on earth in the Ordovician prioda, about 500 million years ago, in the form of a kind of jawless fish (*Jawless Vertebrate*), *Agnatha*, then continued to develop until now. Vertebrate fauna can be divided into Super class (Figure 1) : Pisces (fish), that consists of *Agnatha*, *Placodermi*, *Acanthodii*, *Chondrichthyes* (?), *Osteichthyes*, and Tetrapods which are four-legged animals consisting of: Amphibia, Reptilia, Aves (birds) and Mammalia (Colbert, 1955).

Pada Masa Kenozoikum, sekitar 65-3 juta tahun lalu, vertebrata kelas mamalia berkembang pesat dan menyebar ke seluruh pelosok bumi (Gmbar 2). Akan tetapi kemudian sebagian besar punah di akhir Periode Kuartar, dan yang tersisa tinggal Keluarga Gajah (Probosidea). Gajah Sumatera, *Elephas maximus sumatraensis*, masih bertahan hidup di hutan Sumatera dan Keluarga Badak (Rhinocoridae), *Rhinoceros sondaicus* masih tersisa di Ujung Kulon, Jawa dalam kondisi tekanan lingkungan yang memprihatinkan.

In the Cenozoic era, about 65 – 3 million years ago, vertebrate of the mammalian class developed rapidly throughout the earth (Figure 2). However, most became extinct at the end of the Quaternary Period, and all that's left is the Elephant Family (Probosidea). The Sumatran Elephant, *Elephas maximus sumatraensis*, still survives in the forests of Sumatra and the Rhinocoridae, the *Rhinoceros sondaicus*, still remains in Ujung Kulon, Java under stressful environmental conditions.



Gambar 2. Distribusi berdasarkan waktu Kelas Vertebrata dan kemungkinan hubungan antar mereka. Sekala waktu geologi yang digunakan di sini dan polygenesis yang laindiambil dari Harland et al., 1982

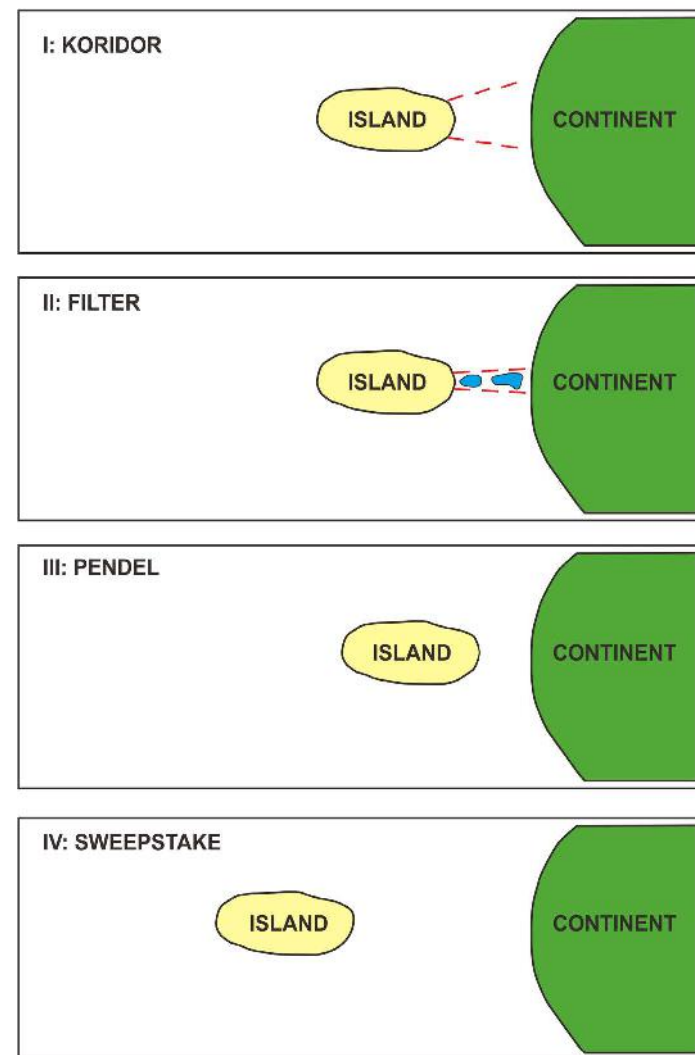
Figure 2. Temporal distribution of Vertebrate Classes and their probable relationship. The geological time scale used in this and their polygenesis is from Harland et al., 1982

1.2. Penyebaran Fauna

Sebagian fauna sangat suka dengan air seperti gajah, rusa, kuda nil, badak dan babi serta mempunyai kemampuan berenang yang baik. Sebagian lagi hidup di padang rumput kering/ savanna seperti kuda. Mereka hidup tidak menetap, tetapi berpindah atau menyebar dari satu tempat ke tempat lain. Penyebaran mereka sangat tergantung dari berbagai faktor, antara lain lingkungan seperti iklim dan cuaca dan habitat (sifat biologi) dari fauna itu sendiri. Di samping itu arus, angin dan jarak yang harus ditempuh sangat menentukan penyebaran fauna. Laut merupakan penghalang (barrier) utama. Simpson (1965) dan Dermitzakis & Sondaar (1979) memberikan gambaran tentang pola perpindahan fauna sebagai berikut (Gambar 3):

1.2. Fauna Dipersals

Some fauna are very fond of water such as elephants, deer, hippos, rhinos and pigs have good swimming abilities. Others live in dry grasslands/ savannas like horses. They do not live permanently, but move or spread from one place to another. The distribution of land fauna from one place (land/ continents) to another (island) is highly dependent on various factors, including the environment such as climate and weather and the habitat (biological nature) of the fauna itself. Besides that, the current, the wind, the distance that must be traveled is very decisive. Sea is the main barriers. Simpson (1965) and Dermitzakis & Sondaar (1979) provide an overview of fauna movement patterns as follows (Figure 3):



Gambar 3. Pola Penyebaran
Figure 3. Type of Dispersal

» Landbridge (Corridor) Dispersal

Perpindahan dapat berlangsung dua arah. Tidak ada perbedaan fauna dari tempat asal (Daratan Benua) dengan tempat baru (pulau terisolasi) yang disebut sebagai Balanced Fauna.

» Filter Dispersal

Perpindahan fauna harus meliwati halangan, baik berupa laut/ selat yang sempit ataupun pegunungan, dan bisa juga faktor ekologi/geografi (daerah tropis dan subtropis). Perpindahan macam ini akan menghasilkan Balanced Fauna dengan sedikit Endemik Fauna.

» Pendel Dispersal

Perpindahan fauna yang bersifat sementara, mereka kemudian kembali ke tempat semula.

» Sweepstake Dispersal

Perpindahan fauna yang kemudian menetap dan tidak kembali lagi ke tempat asal. Perpindahan ini biasanya melalui penghalang besar, berupa laut luas. Oleh karena itu hanya dapat dilakukan oleh fauna yang memiliki kemampuan berenang yang prima seperti Gajah.

» Landbridge (Corridor Dispersal)

Movement can take place both ways. There is no difference in fauna from the place of origin (Mainland Continent) to a new one (isolated island), which is known as Balanced Fauna.

» Filter Dispersal

The movement of fauna must pass through obstacles in the form of sea/ narrow straits or mountains and can also be ecological/geographical factors (tropical and subtropical areas). The kind of faunal movement will produce a Balanced Fauna with a little Endemic Fauna.

» Pendel Dispersal

A temporarily movement of faunas, they then return to their original places

» Sweepstake Dispersal

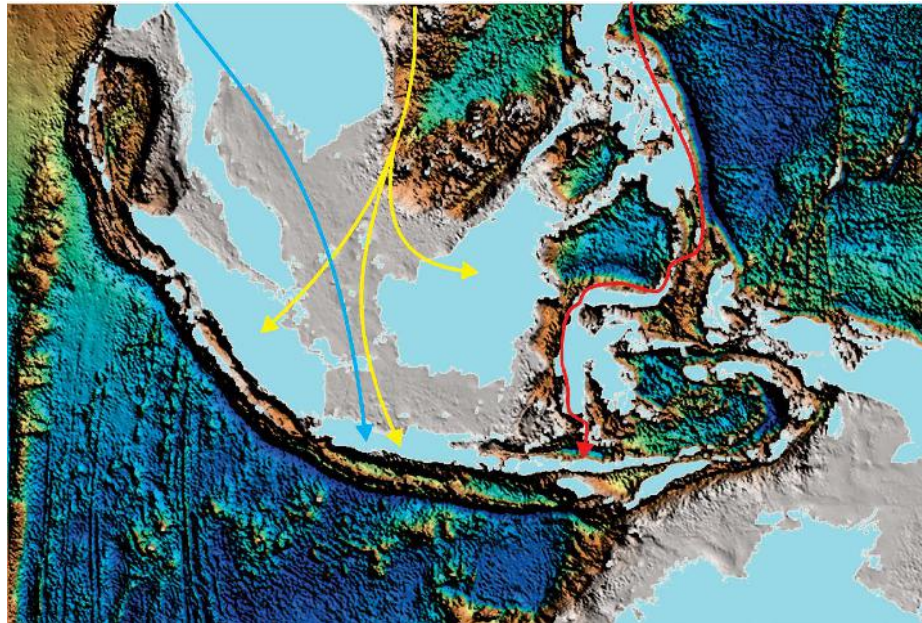
The movement of faunas which then settles and do not return to their original places. Movement is usually passthrough a big barrier, such as a large sea. There fore it can only be done by faunas that have excellent swimming abilities such as an elephast.

1.3. Jalur Migrasi

Pada Perioda Kuartar berlangsung migrasi besar-besaran berbagai fauna vertebrata terutama mamalia dari Daratan (Benua) Asia ke Jawa (Paparan Sunda), termasuk “Manusia Purba”, *Homo erectus*. Mereka datang melalui jalur Siva – Malayan dan Sino – Malayan (De Vos, 1995). Ada pula yang datang ke Kepulauan Wallacea (Sangihe, Sulawesi, Flores, Sumba dan Timor) (Gambar 4) dengan menyeberang laut (Aziz, 2008).

1.3. Migration Route

During the Quaternary period, there was a large scale migration of various vertebrate faunas, especially mammals, from the Asia mainland (Continent) to Java (Sunda Shelf), including “Early Man”, *Homo erectus*. They came through the Siva - Malayan and Sino - Malayan routes (De Vos, 1995). Some came to the Wallacea Islands (Sangihe, Sulawesi, Flores, Sumba and Timor) (Figure 4) by crossing the sea (Aziz, 2008).



Gambar 4. Jalur Migrasi fauna ke Indonesia
Biru: Jalur Siva-Malayan, Kuning: Jalur Sino-Malayan, Merah: Jalur berenang (Sweep stake dispersal)

Figure 4. Migration road of fauna to Indonesia
Blue: Siva-Malayan route, Yellow: Sino-Malayan route, Red: Sea crossing

1.4. Geografi Kepulauan Indonesia

Kepulauan Indonesia yang terdiri dari 126 pulau besar dan kecil yang merupakan jembatan alam yang menghubungkan benua Asia dan Australia. Pada Kala Plestosen kondisi geografi Indonesia hampir sama dengan sekarang, yang dapat dibagi menjadi wilayah geografi yang terdiri dari Paparan Sunda, Paparan Sahul dan Wallacea (Gambar 5).

1.4.1 Paparan Sunda

Paparan Sunda merupakan rangkaian pulau - pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan dan pulau kecil lain di sekitarnya yang merupakan pinggir benua Asia.

1.4.2 Paparan Sahul

Papan Sahul terdiri dari pulau-pulau Irian, Aru dan Misol yang merupakan pinggir benua Australia.

1.4.3 Wallacea

Wallacea merupakan kawasan wilayah yang terletak di antara kedua paparan Benua Asia (Sunda) dan Australia (Sahul), yang terdiri dari rangkaian Kepulauan Sangir – Talaut, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dan Halmahera. Batas pinggir paparan benua tersebut kira – kira setara dengan garis kontur kedalaman laut (batimetri) 180 meter atau identik dengan Garis Wallace di bagian Barat dan Garis Lydekker di Timur.

1.4.4 Garis Wallace

Pulau Sulawesi merupakan pulau terbesar di Kawasan Kepulauan Wallacea dengan bentuk unik mirip huruf K (K - shaped) tidak saja menarik dari segi geologi, tetapi juga tentang kehidupan fauna dan floranya. Selat Makasar, yang memisahkan Sulawesi dengan Paparan Sunda (Kalimantan), merupakan garis pemisah (zoogeografi) klasik antara fauna asal Daratan Asia (Indo – Malayan Region) dan fauna asal Australia (Austro – Malayan Region) yang dikenal sebagai Garis Wallace (Wallace, 1863).

1.4. Geography of Indonesian Islands

The Indonesian archipelago, which consists of 126 large and small islands, is a natural bridge connecting the continents of Asia and Australia. In the Pleistocene Period, Indonesian geography was almost the same as it is today, which can be divided into geographic regions consisting of the Sunda Shelf, Sahul Shelf and Wallacea (Figure 5).

1.4.1 Sunda Shelf

The Sunda Shelf is a series of islands of Sumatra, Java, Kalimantan and other small islands around them, as the periphery of the Asian continent.

1.4.2 Sahul Shelf

The Sahul Shelf consists of the islands of Irian, Aru and Misol which are the edge of the Australian continent.

1.4.3 Wallacea

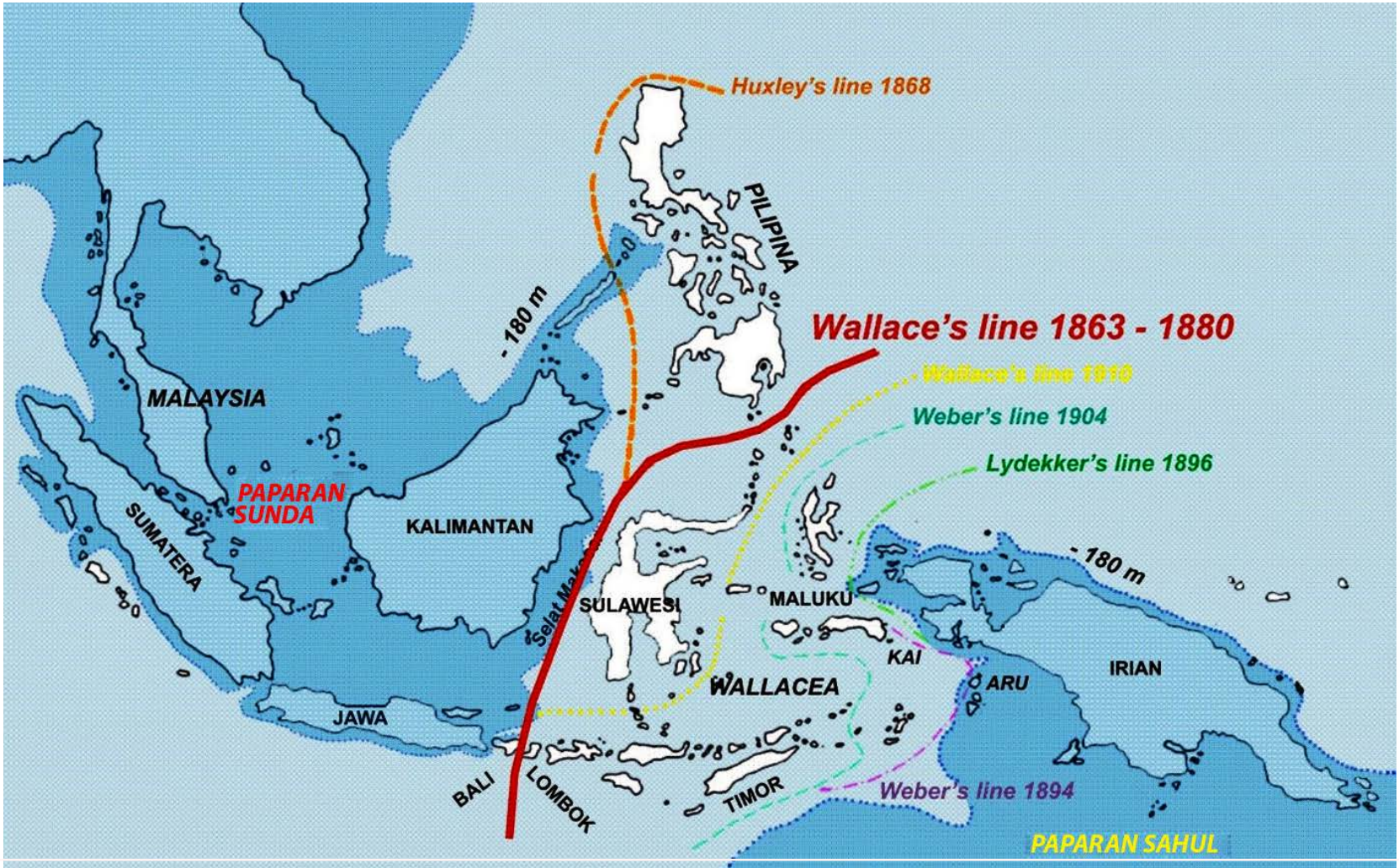
Wallacea is an area located between the two continental exposures of Asia (Sunda) and Australia (Sahul), which consists of the Sangir - Talaut Islands, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku and Halmahera. The boundary of the edge of the continental exposure is approximately equivalent to the contour line of sea depth (bathymetry) 180 meters or identical to the Wallace Line in the West and the Lydekker Line in the East.

1.4.4 Wallace's Line

Sulawesi Island, the largest island in the Wallacea Archipelago with a unique shape similar to the letter K (K - shaped), is not only interesting in terms of geology but also about the fauna and flora life. The Makassar Strait, that separates Sulawesi from the Sunda Shelf (Kalimantan), is the classic zoogeographic dividing line between the fauna of Mainland Asia (Indo-Malayan Region) and the fauna of Australia (Austro-Malayan Region) known as Wallace's Line (Wallace, 1863).

Akan tetapi diakui bahwa fauna Sulawesi mempunyai afinitas tinggi dengan fauna asal Asia dibandingkan dengan fauna asal Australia. Hal ini menunjukkan bahwa migrasi fauna ke Sulawesi lebih mudah dari Asia dibandingkan dengan dari Australia. Kumpulan fauna yang hidup di Sulawesi sekarang ini mempunyai ciri tersendiri (endemik), khususnya mamalia terdiri dari 90% endemik tingkat species dan 60% tingkat generanya endemik. Hal ini menunjukkan bahwa fauna Sulawesi ini hidup terpisah (terisolasi), tidak ada aliran *gen-flow* dari moyangnya dan beradaptasi dengan kehidupan di lingkungan baru (pulau) sebagai.

However, it is recognized that Sulawesi fauna has a higher affinity with Asian fauna compared to Australian fauna. This suggests that faunal migration to Sulawesi is easier from Asia than from Australia. The faunal assemblage living in Sulawesi today has its own characteristics (endemic), especially mammals consisting of 90% species level and 60% generation level endemic. This shows that the Sulawesi fauna lives separately (isolated), there is no *gene-flow* from its ancestors and adapts to life in a new environment (island) as an endemic unbalanced fauna.



Gambar 5. Geografi Kepulauan Indonesia

Figure 5. Geography of Indonesian Islands

Modifikasi dari (Modification of) George, W, 1881, Wallace and His Line. In: Whitmore, T.C. (ed). Wallace's line plate tectonics Clarendon Press Oxford, 1981, 1 – 91

1.5. Biostratigrafi Mamalia Jawa

Berdasarkan data geologi/stratigrafi dan paleontologi yang telah dikumpulkan oleh pakar Dienst van het Mijnbouw, Von Koenigswald (1934) berhasil menyusun biostratigrafi fosil berdasarkan fosil fauna mamalia Jawa (Gambar 6).

Namun demikian, biostratigrafi yang disusun oleh Von Koenigswald (1934) ini terdapat beberapa kelemahan. Studi ulang telah dilakukan terhadap koleksi fosil vertebrata yang ada di Naturalis, Leiden, hasil penggumpulan/ ekskavasi Dubois di Trinil dan Kedungbrubus. Hasilnya kumpulan Fauna Trinil (HK) lebih tua dari kumpulan Fauna Kedungbrubus dan sama dengan kumpulan fosil fauna dari Jetis (De Vos, et al., 1982). Selain itu, *Aceratherium boschii* yang dinyatakan sebagai fosil penunjuk (index fosil) untuk Fauna Ci Sande ternyata geraham bawah dari *Rhinoceros sondaicus* yang tidak lengkap (Aimi dan Sudijono, 1985). Pengumpulan dan ekskavasi fosil vertebrata di Sangiran menunjukkan bahwa *Cervus zwaani*, *Antelope modjokertensis*, *Leptobos*

1.5. Mammalian Biosratigraphy of Jawa

Based on geological/stratigraphic and paleontological data that has been collected by expert Dienst van mijnbouw, Von Koenigswald (1934) succeeded in compiling a mammalian biostratigraphy of Java (Figure 6).

However, the biostratigraphy of Von Koenigswald (1934) has several weaknesses. Re-study of the collection of vertebrate fossils in Naturalis, Leiden from the collection/excavation of Dubois in Trinil and Kedungbrubus has been done. The results show that the Trinil Fauna (HK) collection is older than the Kedungbrubus fauna collection and is the same as the fauna fossil collection from Jetis (De Vos et al., 1982). In addition, *Aceratherium boschii*, which is an index fossil for Fauna Ci Sande, turned out to be an incomplete lower molar of *Rhinoceros sondaicus* (Aimi and Sudijono, 1985). The collection and excavation of vertebrate fossils in Sangiran showed that *Cervus zwaani*, *Antelope modjokertensis*, *Leptobos cosijni* which were considered as

FAUNA	FOSIL PENUNJUK
Cisande	<i>Aceratherium boschii</i>
Cijulang	<i>Achidiskodon praeplanifrons</i> , <i>Merycopothamus namus</i>
Kaliglagah	<i>Mastodon bumiajuensis</i> , <i>Hippopotamus simplex</i> , etc.
Jetis	<i>C.zwaani</i> , <i>A. modjokertensis</i> , <i>L. cosijnik</i> etc.
Trinil	<i>Cervus (Axis) lydekkeri</i> , <i>Duboisia kroeserenii</i> , etc.
Ngandong	<i>Cervus paleojavanicus</i> , <i>Sus terharrii</i> , etc.
Sampung	<i>E. sumatramus</i> , <i>C. eldii</i> , <i>F. rubiginosa</i> , etc.

Gambar 6. Biostratigrafi mamalia Jawa (Von Koenigswald, 1934)
Figure 6. The mammalian biostratigraphy of Java (Von Koenigswald, 1934)

cosijni yang dianggap sebagai fosil penunjuk untuk unit Fauna Jetis (Formasi Pucangan) dan *Cervus (Axis) lydekkeri*, *Duboisia kroeserenii* sebagai fosil penunjuk unit Trinil (Formasi Kabuh) ditemukan baik dalam lapisan lempung hitam, Formasi Pucangan maupun dalam batupasir Formasi Kabuh (Aimi dan Aziz, 1985). Berdasarkan kenyataan ini biostratigrafi fosil mamalia Jawa dari Von Koenigswald (1934) direvisi oleh De Vos et al. (1982) dan kemudian disempurnakan lagi oleh Sondaar (1984) dan Leinders et al., 1985 (Gambar 7).

reference fossils for the Fauna Jetis unit (Pucangan Formation) and *Cervus (Axis) lydekkeri*, *Duboisia kroeserenii* as reference for the Trinil unit were found both (Kabuh Formation) in the black clay layer, the Pucang Formation and in sandstones of the Kabuh Formation (Aimi and Aziz, 1985). Based on this fact the biostratigraphy of Javanese mammalian from Von Koenigswald (1934) was revised by De Vos et al., (1982) and later refined by Sondaar (1984) and Leinders et al., 1985 (Figure 7).

AGE (Ma)	MAMMALIAN BIOSTRATIGRAPHY (Sondaar, 1984)		
	FAUNA UNIT	FAUNA INDEX	LOCATION
0.01	Recent		Recent
	Wajak		Wajak
0.08	Punung	<i>Elephas maximus</i>	Punung
0.4	Ngandong	<i>Stegodon trigonocephalus</i> <i>Elephas hysudrindicus</i>	Ngandong Sidorejo
0.8	Kedung Brubus	<i>Stegodon hypsilophus</i> <i>Elephas hysudrindicus</i>	Kedung Brubus Jetis, Upper part of the so-called "Kabuh" Formation of Sangiran area
1.0	Trinil H.K.	<i>Stegodon trigonocephalus</i>	"Grenzbank" in Sangiran area Trinil H. K. Cisaat, Cijulang?
1.2	Cisaat		
1.5	Satir	<i>Mastodon bumiajuensis</i>	"Black clays" in Sangiran area (loc. 1-4) Satir
			No land vertebrate localities found sofar

Gambar 7. Biostratigrafi mamalia Jawa (Leinders et al., 1985)

Figure 7. The mammalian biostratigraphy of Java (Leinders et al., 1985)

1.6. Gajah

Gajah merupakan mamalia darat (land mammals) yang sukses dalam sejarah evolusinya. Gajah muncul pertama kali pada Kala Eosen Akhir – Oligosen, sekitar 35 juta tahun lalu di daerah Fayum, Lembah Sungai Nil, Mesir. Kemudian berkembang pesat dan mencapai puncaknya (adaptive radiation) pada Kala Miosen - Plistosen dan menyebar luas hampir ke seluruh penjuru dunia, kecuali Benua Australia dan Antartika. Namun pada Plistosen Akhir perkembangannya mengalami kemunduran dan kepunahan (*extinct*) secara alamiah dan juga akibat ulah manusia. Sekarang hanya ada dua genera yang tersisa, masing-masing diwakili oleh satu spesies, yaitu: *Loxodonta africana* (Gajah Afrika) (Gambar 8) dan *Elephas maximus* (Gajah Asia) (Gambar 9).



Gambar 8 (Figure 8). *Loxodonta africana* (Gajah Afrika/ African elephant)
[https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:African_Elephant_\(loxodonta_african\)](https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:African_Elephant_(loxodonta_african))

1.6. Gajah

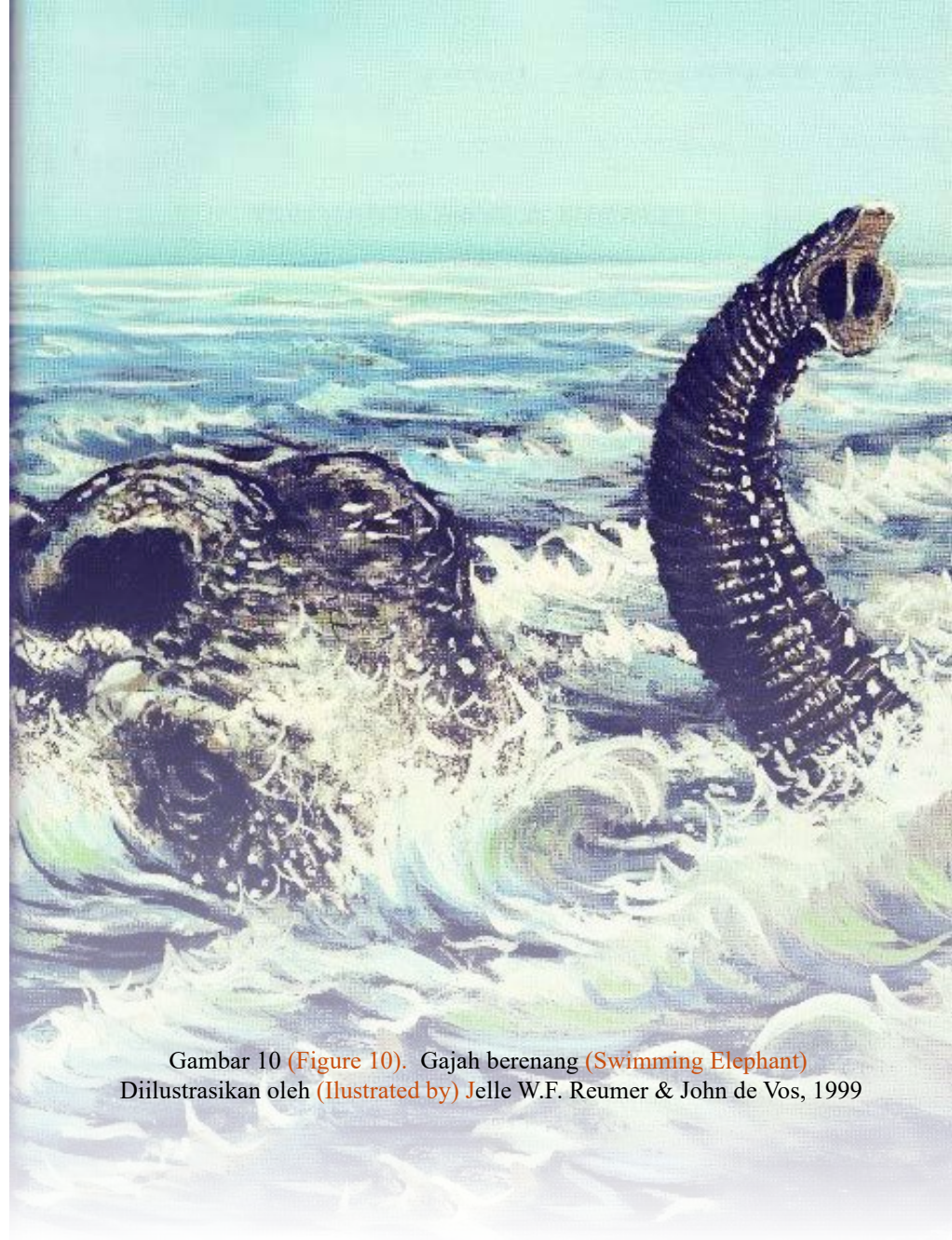
Elephants are one of the most successful mega land mammals in their evolutionary history. It first appeared in the Late Eocene – Early Oligocene approximately 35 million years ago in the Fayum area, Nile Valley, Egypt. Then it grew rapidly and reached its peak (adaptive radiation) in the Miocene – Pleistocene and spread widely to almost all corners of the world, except for the continents of Australia and Antarctica. However, in the Late Pleistocene, it experienced a decline and extinction (*extinct*) naturally and also due to human activities. There are now only two surviving genera, each represented by a single species, namely: *Loxodonta Africana* (African elephant) and *Elephas maximus* (Asian elephant).



Gambar 9 (Figure 9). *Elephas maximus* (Gajah Asia/ Asian elephant)
<https://photos.com/featured/indian-elephant-ab-apan.html>

Dalam sejarah evolusi dan pengembaraannya, ada beberapa genera dari keluarga gajah (*Proboscidea*) yang berhasil mencapai Kepulauan Nusantara (Indonesia), yaitu: Mastodon, Stegodon, Stegoloxodon dan Elephas. Dari sisa-sisa kehidupan mereka, berupa fosil yang ditemukan pada endapan sedimen Plio-Plistosen di berbagai kawasan Nusantara ini, diketahui bahwa keluarga gajah yang datang paling awal ke Daratan Sunda (Jawa) adalah Mastodon (*Sinomastodon bumiajuensis*). Mereka tiba sekitar 1,5 juta tahun lalu, bahkan mungkin lebih awal lagi, bersama kelompok fauna Satir yang terdiri dari berbagai jenis rusa antara lain *Cervus lydekkeri*, *Cervus javanicus*, banteng (*Bos palaesondaicus*) serta, kerbau (*Bubalus palaeokerabau*), kuda nil purba (*Hexaprotodon simplex*) dan kura-kura raksasa, *Geochelone atlas*.

In the history of evolution and its wanderings, there are at least 4 genera of the elephant family (*Proboscidea*) that managed to reach the Archipelago (Indonesia), namely: Mastodon, Stegodon, Stegoloxodon and Elephas. From the remains of their life, in the form of fossils found in Plio-Plistocene sedimentary deposits in various regions of the archipelago, it is known that the elephant family that came the earliest to the Sunda Mainland (Java) was Mastodon (*Sinomastodon bumiajuensis*). They arrived about 1.5 million year ago, maybe even earlier, came with a group of Satir fauna consisting of banteng (*Bos palaesondaicus*), buffalo (*Bubalus palaeokerabau*), ancient hippopotamus (*Hexaprotodon simplex*) and turtles giant, *Geochelone atlas*.



Gambar 10 (Figure 10). Gajah berenang (Swimming Elephant)
Diilustrasikan oleh (Illustrated by) Jelle W.F. Reumer & John de Vos, 1999

Hal yang menarik dari keluarga gajah ialah mereka merupakan pengembara yang tangguh dan perenang yang baik. Selain di Jawa mereka juga berhasil menyeberangi garis Wallace (*Wallace's line*) yang secara tradisional merupakan batas paling timur dari penyebaran fauna asal daratan Benua Asia (*Asiatic faunal origin*). Daerah penyebarannya antara lain di daerah Pintareng (Sangihe, Sulawesi Utara); Lembah Wallanae (Soppeng, Sulawesi Selatan); Betue (Sulawesi Tengah); Kawangu (Sumba Barat); Cekungan Soa (Ngada, Flores Tengah) dan bahkan sampai ke Saladitun dan Atambua (Timor).

Hal ini dimungkinkan karena beberapa factor pendukung baik berupa lingkungan hidup/ habitat maupun struktur anatomi, antara lain:

- Gajah merupakan hewan yang suka dengan air, hidup di lingkungan basah/ lembab.
- Hidup berkelompok sehingga dapat mempertahankan populasinya.
- Mempunyai belalai yang dapat menjadi alatbantu pernapasan (snorkel).
- Tubuh yang besar membuat dia dapat bertahan cukup lama tanpa makan.
- Struktur tulang tengkorak berongga sehingga mudah mengapung.
- Metabolisma pencernaan yang dapat menghasilkan gas membatu dia mengapung.

Menurut Jonhson (1980) gajah merupakan perenang yang baik. Dengan menggunakan belalainya sebagai cerobong pernapasan (snorkel), gajah dapat berenang dengan kecepatan 2.70km/jam.

The interesting thing about the elephant family is they are tough nomads and good swimmers. Appart from Java they also managed to cross the Wallace line (Wallace's line) which is traditionally the easternmost boundary of the distribution of fauna from mainland Asia (Asiatic fauna origin). Among other area are Pintareng area (Sangihe, North Sulawesi); Wallanae Valley (Soppeng, South Sulawesi); Betue (Central Sulawesi); Kawangu (West Sumba); Soa Basin (Ngada, Central Flores) and even as far as Saladitun and Atambua (Timor).

This is possible due to several supporting factors in the form of the environment/ habitat and anatomical structure, including:

- Elephants are water-loving animals, living in a wet/ humid environment.
- Live in groups so as to maintain the population.
- Has a trunk that can be used as a breathing apparatus (snorkel).
- His large body allows him to survive for a long time without eating.
- The structure of the skull is hollow so it floats easily.
- Digestive metabolism that can produce petrified gas helps him floats.

According to Johnson (1980) elephants are good swimmers. By using its trunk as a breathing chimney (snorkel) it can swim at a speed of 2.70km / hour.

2. KOLEKSI FOSIL VERTEBRATA MUSEUM GEOLOGI VETEBRATES FOSSIL COLLECTIONS OF THE GEOLOGICAL MUSEUM

Koleksi fosil vertebrata Museum Geologi merupakan hasil penelitian dan survey, yang dilakukan oleh *Dienst van den Mijnbouw* (1920an – 1940an). Koleksi ini telah dipelajari oleh Van Es (1931), Van der Maarel (1932) dan Von Koenigswald (1933). Beberapa di antaranya diperagakan di Museum Geologi Bandung.

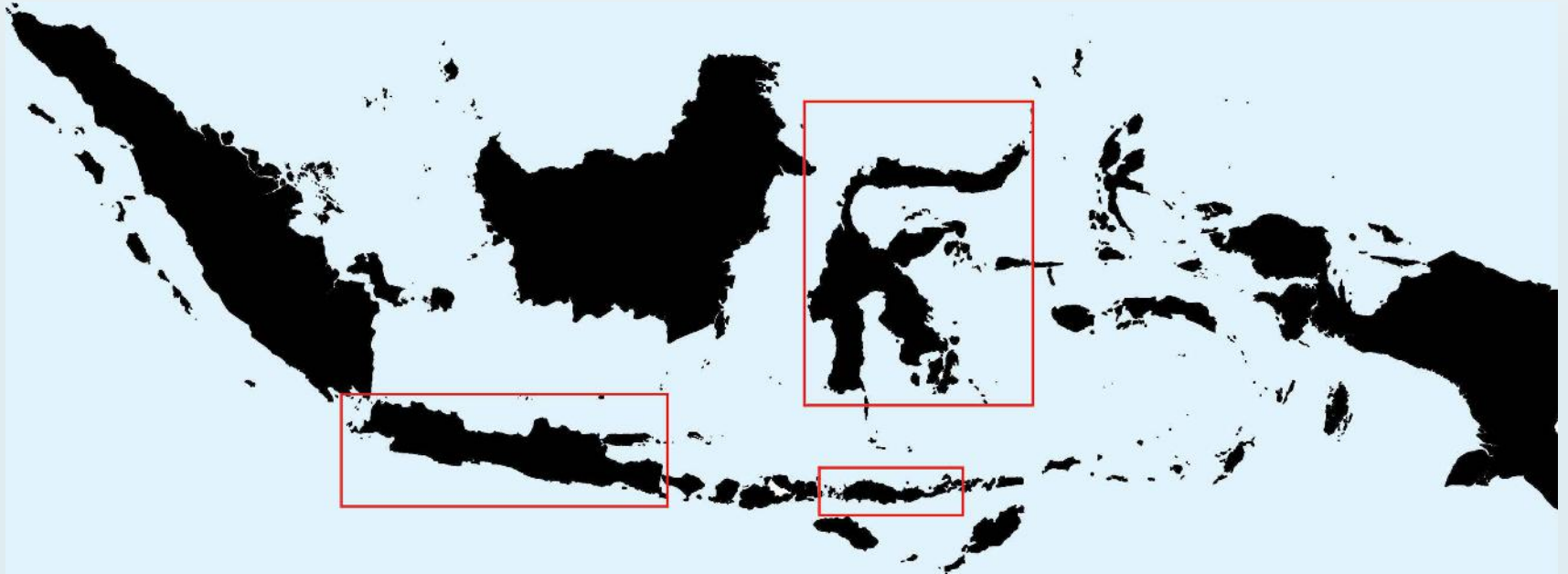
Tambahan koleksi fosil vertebrata didapat dari hasil kerjasama Laboratorium/ Seksi Paleontologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi dengan sejumlah institusi dari luar negeri. Kerjasama dengan the Univetrstity of Tokyo, Japan dalam rangka Penelitian Geologi Kwartir di daerah Kubah Sangiran pada 1976 – 1979 (Watanabe dan Kadar, 1985).

The Geological Museum collection is the results of research and surveys conducted by the *Dienst van den Mijnbouw* (1920s - 1940s). The collection has been studied by Van Es (1931), Van der Maarel (1932) and Von Koenigswald (1933). Some of them are demonstrated in the Bandung Geological Museum.

Additional vertebrate fossil collections were obtained from the collaboration of the Palentology Laboratory/Section, Geological Research and Development Center with a number of overseas institutions. Collaboration with the University of Tokyo, when conducting the Quaternary Geology research in the Sangiran Dome Area 1976-1979 (Watanabe & Kadar, 1985). This collection has been studied by Aimi& Aziz (1985).

Selanjutnya dilakukan kerjasama penelitian fosil vertebrata dengan ‘the University of Utrecht’ dan ‘the National Museum of Natural History’ Leiden. Penelitian dilakukan pada 1983 -1993 di sejumlah lokasi di Jawa, Sulawesi dan Flores (Ratman, ed., 1995).

Furthermore, fossil research collaboration was carried out with the University of Utrecht’ dan ‘the National Museum of Natural History’ Leiden. The research was conducted in 1983 – 1993 at a number of location in Jawa, Sulawesi and Flores (Ratman, ed., 1995).



Gambar 11. Lokasi Penelitian Fosil Vertebrata 1980 – 2015
Figure 11. Vertebrate Fossil Research Sites 1980 - 2015

Penyelaman fosil di dasar Bengawan Solo, lokasi temuan tengkorak *Homo erectus*, Sambungmacan 4 (Sm 4) di Cemeng, Sambungmacan, Jawa Tengah dilakukan bekerjasama dengan Museum Ilmu Pengetahuan Tokyo, Jepang (Aziz, 2009).

Cooperation with the Tokyo Science Museum in vertebrate fossil diving at the bottom of the Bengawan Solo, the location of the *Homo erectus* skull find, Sambungmacan 4 (Sm 4) in Cemeng, Sambungmacan, Central Java. (Aziz, 2009).



Gambar 12 Lokasi Penelitian Fosil Vertebrata di Jawa, 1980 – 2015
Figure 12. Vertebrate Fossil Research Sites in Java 1980 – 2015



Gambar 13 Lokasi Penelitian Fosil Vertebrata di Sulawesi, 1983 -1993
 Figure 13. Vertebrate Fossil Research Sites in Sulawesi, 1983 -1993

Kerjasama penelitian fosil vertebrata didaerah Cekungan, Soa, Flores antara Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi) dengan The University New England, Australia dimulai 1994 dan kemudian diteruskan dengan University of Wollongong, Australia, sampai sekarang. (Aziz, Morwood & VD Bergh, 2009).

Finally, collaboration with the University of New England, Australia then with the University of Wollongong, Australia, on research in the Soa Basin, Flores, 1994 continues today (Aziz, Morwood & V.D. Bergh, 2009).



Gambar 14. Lokasi Penelitian Fosil Vertebrata di Cekungan Soa, Flores, 1994 – sekarang
 Figure 14. Vertebrate Fossil Research Sites in the Soa Basin, Flores, 1994 - present



Gambar 15. Pantai Parangtritis, Yogyakarta
Figure 15. Parangtritis Beach, Yogyakarta

2.1. Jawa Cipatik, Citarum

Pada Maret 1984, Museum Geologi mendapatkan fosil ikan yang diperkirakan sejenis ikan mas *Cyprinis carpio* (Aziz, 1985) (Gambar 16). Selanjutnya tim paleontologi Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi melakukan penelitian dan berhasil mengumpulkan beberapa fosil antara lain; fosil ular *Pyhton reticulatus* (Gambar 17), *Cervus eldii*, *Bubalus palaeokerbauw*, *Rhinoceros sondaicus* (Aziz & De Vos, 1999).

2.1. Jawa Cipatik, Citarum

In March 1984, the Geological Museum obtained a fish fossil that was thought to be a type of carp *Cyprinis carpio* (Aziz, 1985) (Figure 16). Furthermore, the paleontology team of the Geological Research and Development Center conducted a research and managed to collect several fossils, among others; fossils of snakes *Pyhton reticulatus* (Figure 17), *Cervus eldii*, *Bubalus palaeokerbauw*, *Rhinoceros sondaicus* (Aziz & De Vos, 1999).



Gambar (Figure) 14. *Cyprinis carpio*



Gambar (Figure) 17. *Pyhton reticulatus*

Rancamalang, Cekungan Bandung, Jawa Barat

Pada 16 Mei 2002 Imam Rismawansyah penduduk Kampung Rancamalang, Desa Marga Asih, Kecamatan Marga Asih, Kabupaten Bandung, menemukan fosil rahang bawah gajah saat ia menggali sumur di kedalaman 5 - 6 meter. Fosil ini merupakan rahang bawah lengkap dengan gigi geraham akhir M3 utuh/sepurna, dengan gigi berjumlah 27 lempeng, menunjukkan fosil ini adalah *Elephas maximus* (Gambar 18). Fosil ini terdapat dalam endapan gravel gunung api yang berdasarkan Karbon dating C 14 berumur sekitar 35.000 – 50.000 tahun (Dam & Suparan, 1992). Fosil merupakan rahang bawah terlengkap *Elephas maximus* yang pernah ditemukam di Jawa (Indonesia).

Rancamalang, Bandung Basin, West Java

On May 16, 2002 Imam Rismawansyah, a resident of Kampung Rancamalang, Marga Asih Village, Marga Asih Subdistrict, Bandung Regency, found a fossilized elephant mandible when he dug a well at a depth of 5-6 meters. This fossil is a complete mandible with M3 final molars intact/perfect with 27 teeth plates, indicating this fossil is *Elephas maximus* (Figure 18). This fossil is found in volcanic gravel deposits which, based on Carbon dating C 14, is about 35,000 - 50,000 years old (Dam & Suparan, 1992). This fossil is the most complete lower jaw of *Elephas maximus* ever found in Java (Indonesia).



Gambar (Figure) 18. *Elephas maximus*
Rahang bawah (M3) dari Rancamalang, Cekungan Bandung, Jawa Barat
Mandible (M3) from Rancamalang, Bndung Basin, West Java



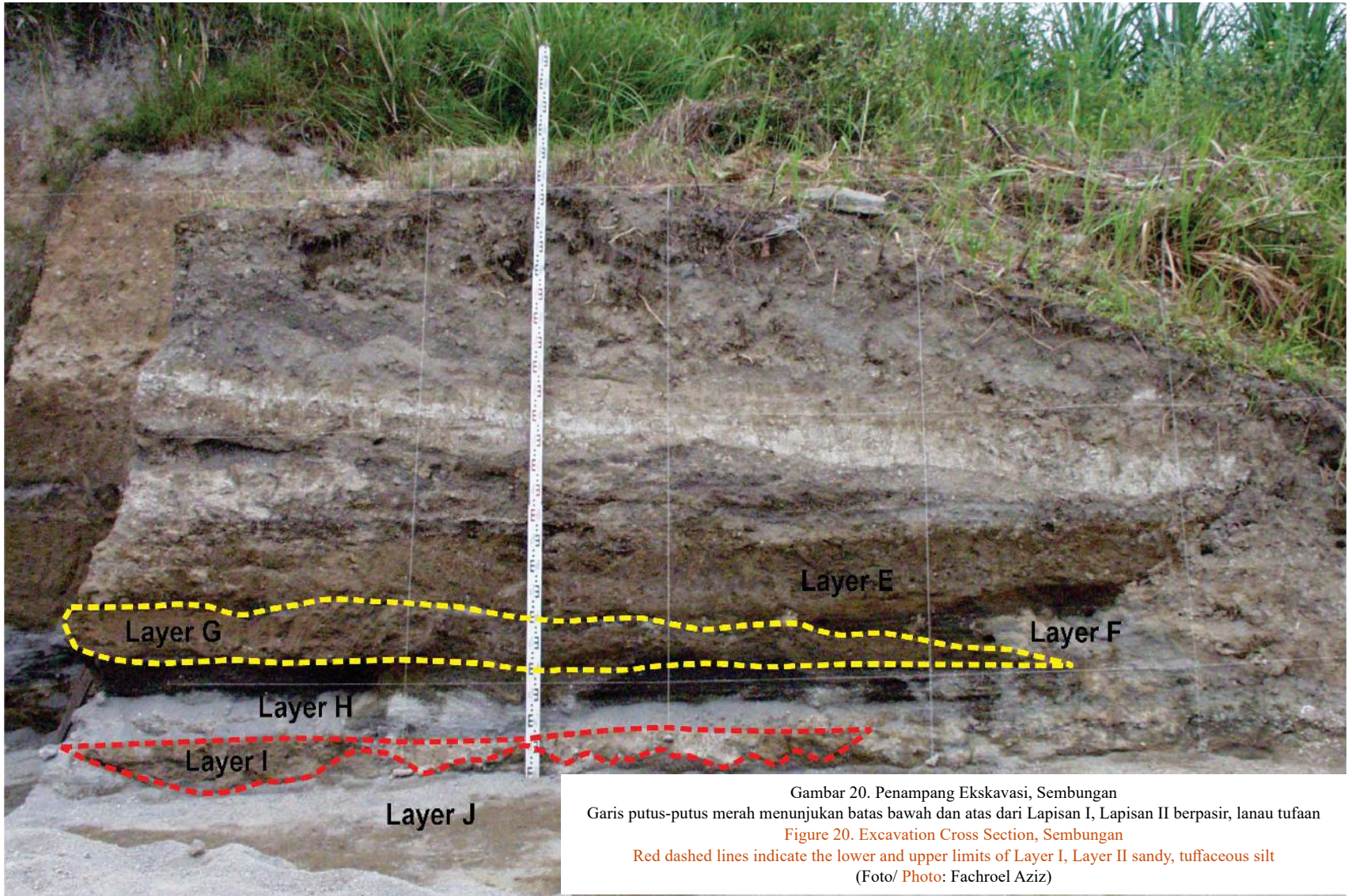
Gambar 19. Ekskavasi Sembungan, Blora, Jawa Tengah
Figure 19. Sembungan, Blora, Central Java excavation
(Foto/ Photo: Fachroel Aziz)

Sembungan, Blora, Jawa Tengah

Pada 2004, tim Penelitian Fosil Vertebrata Pusat Survei Geologi, Badan Geologi memulai penelitian endapan teras Bengawan Solo di daerah Kabupaten Blora (Gambar 19). Penggalian dilakukan di bekas penggalian pasir di dusun Sembungan, Blora, Jawa Tengah (Gambar 20). Di penggalian ini berhasil ditemukan kumpulan fosil vertebrata dan alatbatu (artefak) (Gambar 21).

Sembungan, Blora, Central Java

In 2004, the Vertebrate Fossil Research team of the Geological Survey Center, Geological Agency started research on the Bengawan Solo terrace deposits in the Blora Regency area (Figure 19). The excavation was done at former sand quarry in Sembungan, Blora, Central Java (Figure 20). In this excavation succeeded in finding a new location rich in vertebrate fossils and stone tools (artifacts) (Figure 21).



Gambar 20. Penampang Ekskavasi, Sembungan
Garis putus-putus merah menunjukan batas bawah dan atas dari Lapisan I, Lapisan II berpasir, lanau tufaan
Figure 20. Excavation Cross Section, Sembungan
Red dashed lines indicate the lower and upper limits of Layer I, Layer II sandy, tuffaceous silt
(Foto/ Photo: Fachroel Aziz)



Gambar (Figure) 21. *Bubalus palaeokerabauw*
Rahang bawah kiri (Left Mandible)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



Gambar (Figure) 22. *Megatereon* sp
Tengkorak (Skull)



Gambar (Figure) 23. Alatbatu
(Stone tool/ artefact)

Cemeng, Sambungmacan, Jawa Tengah

Tahun 2007, tim Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi dan The Natural Science Museum, Tokyo melakukan penyelaman di dasar sungai Bengawan Solo, tepatnya di lokasi temuan *Homo erectus*, Sambungmacan 4 (Sm4) (Gambar 24). Penyelaman ini berhasil mengumpulkan berbagai fosil vertebrata (Gambar 25), yang menunjukkan Unit Fauna Kedungbrubus dari Biostratigrafi Mamalia Jawa. (Aziz, 2007).

Cemeng, Sambungmacan, Central Java

The Centre of Geological Survey collaboration with the Natural Science Museum, Tokyo were collected fossil at the base of Bengawan Solo river at Cemeng Village, presisly at the finding site of *Homo erectus*, Sambungmacan 4 (Sm4) (Figure 24). This diving succeeded to collect many kind of vertebrate fossils (Figure 25), which indicated Kedungbrubus Fauna Unit of Mammalian Biostratigraphy of Java. (Aziz, 2007).



Gambar 24. Penyelaman Fosil Vertebrata di Dasar Bengawan Solo
Cemeng, Sambungmacan, Jawa Tengah
Figure 24. Vertebrate Fossil Diving at the Bottom of Bengawan Solo
Cemeng, Sambungmacan, Central Java
(Foto/ Photo: Fachroel Aziz)



Gambar 25. Kumpulan Fosil Hasil Penyelaman di Dasar Bengawan Solo
Cemeng, Sambungmacan, Jawa Tengah

Figure 25. Fossil collection from diving at the bottom of Bengawan Solo
Cemeng, Sambungmacan, Central Java

Fosil Vertebrata Terpilih Hasil Penyelaman, Cemeng, Sambungmacan
Selected Vertebrate Fossils from Diving, Cemeng, Sambungmacan



Gambar (Figure) 26. *Stegodon trigonocephalus*
Geraham bawah akhir (Last lower molar), M3



Gambar (Figure) 27. *Sus magrognathus*
Rahang bawah (Mandible)



Gambar (Figure) 28. *Panthera tigris soloensis*
Rahang bawah (Mandible), M3



Gambar (Figure) 29. *Cervus leddekery*
Tanduk (Horns)



Gambar (Figure) 30. *Cervus javanicus*
Tanduk (Horns)



Gambar (Figure) 31. *Cervus* sp
Rahang bawah kiri (Left Mandible)



Gambar (Figure) 32. *Bibos palaedosondaicus*
Tengkorak-tanduk (Skull-horns)



Gambar (Figure) 33. *Rhinoceros sondaicus*
Geraham (Molar)

Sunggun, Kradenan, Blora, Jawa Tengah

Pada tahun 2008 - 2009 tim peneliti Pusat Survei Geologi, Badan Geologi melakukan ekskavasi di bekas galian pasir di Desa Sunggun, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 34) dan berhasil mengumpulkan kerangka hampir lengkap (85%) dari satu individu gajah (Gambar 35 & 36). Berdasarkan ciri morfologi, terutama pada rahang bawah dimana masih tertanam utuh gerahan bawah M3 yang terdiri dari 14 lempeng, menunjukkan sebagai *Elephas hydsudrindicus* dan berumur 165.000 tahun berdasarkan metoda Termo Luminasi (TL).



Gambar 34. Singkapan penemuan awal sebelum ekskavasi

1: Tulang lengan, 2: Bagian pangkal gading kiri, 3: Geraham kiri rahang atas (tertutup pasir), 4: Bagian atas tengkorak.

Figure 34. Initial discovery outcrops before excavation

1: Arm bone, 2: Base of left tusk, 3: Maxillary left molar (covered with sand), 4: Top of skull.

(Foto/ Photo: Fachroel Aziz)

Sunggun, Kradenan, Blora, Central Java

In 2008-2009, a research team from the Geological Survey Center of the Geological Agency excavated a former sand quarry in Sunggun Village, Kradenan Subdistrict, Blora Regency, Central Java Province (Figure 34) and collected an almost complete skeleton (85%) of one individual elephant (Figure 35 & 36). Based on the morphological features, especially on the lower jaw where it is still embedded intact, the M3 mandible consisting of 14 plates indicates *Elephas hydsudrindicus* and is 165,000 years old based on the Thermo Lumination (TL) method.



Gambar 35. Ekskavasi Sunggun, Blora, Jawa Tengah, 2008.

Figure 35. Sunggun excavation, Blora, Central Java, 2008.

(Foto/ Photo: Fachroel Aziz)



Gambar (Figure) 36. *Elephas hydusdrindicus*
Kumpulan tulang belulang (A collection of bones)



Gambar (Figure) 37. *Elephas hydusdrindicus*
Geraham bawah akhir (last Molars), M3



Gambar (Figure) 38. *Elephas hydsoindicus*
Rekontruksi Museum Geologi, Badan Geologi, Bandung (2014)
Reconstructed by Geological Museum, Geological Agency, Bandung (2014)

Gunung Dawung, - Punung, Tulung Agung, Jawa Timur

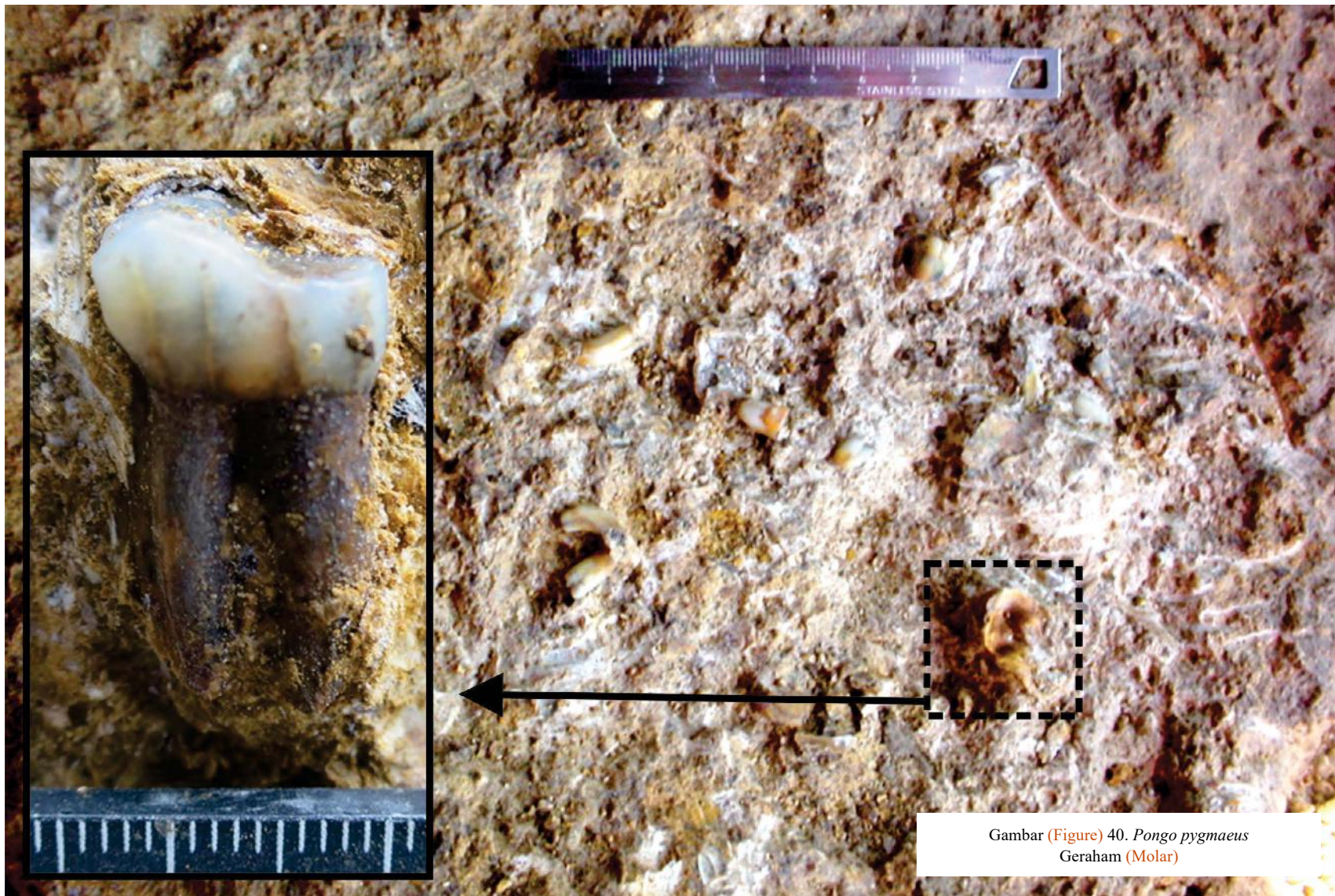
Punung merupakan lokasi tipe Unit Fauna Punung dalam Biostratigrafi Mammalia Jawa (Sondaar, 1984). Akan tetapi lokasi tepatnya tidak diketahui secara pasti. Pada bulan September 2003 tim peneliti gabungan dari Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi) dan Biodiversity Center, Leiden berkesempatan mengunjungi Punung, Tulung Agung, Jawa Timur. Tim berhasil mengidentifikasi lokasi Unit Fauna Punung, tetapi fosil vertebrata yang ditemukan sudah sangat jarang. Namun demikian tim berhasil menemukan lokasi baru yang kaya dengan fosil Orang Utan (*Pongo pygmaeus*) ciri khas Unit Fauna Punung di perbukitan Gamping, Desa Gunung Dawung, Punung, Tulung Agung, Jawa Timur (Gambar 39, 40).

Mount Dawung, - Punung, Tulung Agung, East Java

Punung is the type locality of the Punung Faunal Unit in the Biostratigraphy of Javanese Mammalia (Sondaar, 1984). However, the exact location is not known for certain. In September 2003 a joint research team from the Geological Research and Development Center (now the Geological Survey Center) and the Biodiversity Center, Leiden had the opportunity to visit the Punung area, Tulung Agung, East Java. The team succeeded in identifying the location of the Punung Faunal Unit, but the vertebrate fossils found were very rare. However, the team managed to find a new location rich in Orang Utan (*Pongo pygmaeus*) fossils typical of the Punung Fauna Unit in the Gamping hills, Gunung Dawung Village, Punung, Tulung Agung, East Java (Figure 39, 40).



Gambar 39. Goa Gamping, Gunung Dawung, Punung, Jawa Timur
Figure 39. Gamping Cave, Mount Dawung, Punung, East Java
(Foto/ Photo: Fachroel Aziz)



Gambar (Figure) 40. *Pongo pygmaeus*
Geraham (Molar)

Sumberdadi, Mojokerto

Pada Mei - Juni 2003, tim peneliti Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi menemukan lokasi baru fosil vertebrata di daerah Sumberdadi, Mojokerto (Gambar 41) dekat dengan lokasi temuan fosil anak *Homo erectus*.

Fosil vertebrata yang ditemukan antara lain:

Stegodon trigonocephalus cf *ngandongensis*, *Bibos paleosodaicus*, *Axis lydekkeri*, *Crocodylus* sp dan ikan hiu (shark). *Stegodon trigonocephalus* cf *ngandongensis* (Gambar 42 – 46) ini menunjukkan bentuk lebih maju (*advanced type*), umur lebih muda, Plestrosen Akhir bagian tengah (Late Middle Pleistocene).



Gambar 41. Penelitian Fosil Vertebrata, Sumberdadi, Mojokerto
Figure 41. Vertebrate Fossil Research, Sumberdadi, Mojokerto
(Foto/ Photo: Fachroel Aziz)

Sumberdadi, Mojokerto

In May - June 2003, the research team of the Geological Research and Development Center found a new location of vertebrate fossils in the Sumberdadi area, Mojokerto (Figure 41) near the location of the *Homo erectus* child fossils.

The vertebrate fossils found include:

Stegodon trigonocephalus cf *ngandongensis*, *Bibos paleosodaicus*, *Axis lydekkeri*, *Crocodylus* sp and shark. *Stegodon trigonocephalus* cf *ngandongensis* (Figure 42 – 46) show an advanced type, younger age, Late Middle Pleistocene.



Gambar (Figure) 42. *Stegodon trigonocephalus*
Potongan Geraham atas (Upper molar fragment), M3



Gambar (Figure) 43. *Bibos palaeosondaicus*
Tanduk (Horns)



Gambar (Figure) 44. Bovid
Tulang jari (Phalange)



Gambar (Figure) 45. Bovid
Geraham bawah (Molar), M3



Gambar (Figure) 46. *Crocodilus* sp
Potongan rahang atas (An upper maxilla fragment)

2.2. Sulawesi

Pada tahun 1947, fosil vertebrata pertama ditemukan di barat daya Sulawesi oleh H.R. van Heekeren, seorang Belanda yang dipekerjakan oleh Dinas Purbakala Indonesia. Ia menemukan fosil-fosil tersebut di sepanjang sisi timur Lembah Walanae di dekat desa Beru. Selain fosil vertebrata, endapan ini juga tampaknya menghasilkan artefak primitif, yang kemudian dikenal sebagai Industri Cabenge (van Heekeren, 1957a, 1958). Fosil-fosil tersebut dan materi fosil yang dikumpulkan secara berurutan dari daerah lain di wilayah yang sama (Sompoh, Celeko), dideskripsikan oleh Hooijer dalam serangkaian publikasi berjudul 'Vertebrata Pleistosen dari Sulawesi' (Hooijer, 1948a, b, c, 1949, 1953a, b, c, 1954a, b, c, d, e, 1964a, 1969b). Unsur-unsur fauna diwakili oleh endemik yang masih ada dan spesies yang sama sekali tidak terkait dengan fauna Sulawesi modern, tetapi semuanya jelas berasal dari Asia. Keseluruhan kumpulan spesies fosil dari lapisan-lapisan dengan usia yang berbeda ini kemudian dikenal sebagai Fauna *Archidiskodon-Celebochoerus*.

Pada tahun 1950, van Heekeren terpaksa untuk meninggalkan daerah tersebut dan baru pada tahun 1970, van Heekeren, yang kini bersama dengan ahli paleontologi Hooijer, mengunjungi daerah tersebut lagi. Baru-baru ini para arkeolog, ahli geologi dan paleontologi telah melakukan penelitian di sekitar lokasi penemuan asli van Heekeren, baik dari Indonesia maupun dari luar negeri, dan sering kali dengan interpretasi yang berbeda. Sementara sebagian besar arkeolog, seperti Raden Soejono dan G.J. Bartstra dan ahli geologi (S. Sartono) membuang pandangan awal van Heekeren bahwa fosil dan artefak berasal dari lapisan dengan usia yang sama, mereka berpendapat bahwa artefak tertua berasal dari teras-teras sungai yang berusia kurang dari 50.000 tahun.

Paul Sondaar dari Universitas Utrecht, mengunjungi daerah Beru pada tahun 1982 dan menduga bahwa tidak semua fosil hewan yang ditemukan di daerah tersebut memiliki usia yang sama. Bersama dengan John de Vos dari Museum Sejarah Alam di Leiden, Sondaar memprakarsai sebuah proyek untuk mempelajari kembali kemunculan fosil-fosil tersebut secara lebih rinci dengan penggalian terkontrol dan mempelajari secara menyeluruh suksesi lapisan sedimen tempat fosil-fosil tersebut muncul. Tugas ini dilakukan

2.2. Sulawesi

In 1947, the first vertebrate fossils were discovered in southwest Sulawesi by H.R. van Heekeren, a Dutchman employed by the Indonesian Antiquities Service. He found them along the eastern side of the Walanae Valley near the village of Beru. In addition to vertebrate fossils, these deposits also appear to have yielded primitive artifacts, later known as the Cabenge Industry (van Heekeren, 1957a, 1958). These fossils and successive fossil material collected from other areas in the same region (Sompoh, Celeko), were described by Hooijer in a series of publications entitled 'Pleistocene Vertebrates from Sulawesi' (Hooijer, 1948a, b, c, 1949, 1953a, b, c, 1954a, b, c, e, 1964a, 1969b). The faunal elements are represented by extant endemics and species completely unrelated to the modern Sulawesi fauna, but all clearly of Asian origin. The whole assemblage of fossil species from layers of different ages became known as the *Archidiskodon-Celebochoerus* Fauna.

In 1950, van Heekeren was forced to leave the area and it was not until 1970 that van Heekeren, now together with paleontologist Hooijer, visited the area again. More recently archaeologists, geologists and paleontologists have conducted research around van Heekeren's original discovery site, both from Indonesia and abroad, often with different interpretations. While most archaeologists, such as Raden Soejono and G.J. Bartstra and geologists (S. Sartono) discard van Heekeren's original view that fossils and artifacts come from layers of the same age, they argue that the oldest artifacts come from river terraces that are less than 50,000 years old.

Paul Sondaar of Utrecht University, visited the Beru area in 1982 and suspected that not all animal fossils found in the area were of the same age. Together with John de Vos from the Natural History Museum in Leiden, Sondaar initiated a project to study the occurrence of the fossils in more detail with controlled excavations and a thorough study of the succession of sedimentary layers from which they emerged. This task was first undertaken

pertama kali pada tahun 1984 oleh Fachroel Aziz dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi di Bandung dan kemudian dilanjutkan oleh Gert van den Bergh dari Universitas Utrecht. Kerjasama penelitian dijalin antara Fachroel Aziz dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi dengan P.Y. Sondaar dari University Utrecht, The Netherlands dan J. De Vos dari National Museum of Natural History, Leiden, The Netherlands (1986 – 1992). Penelitian ini berhasil menemukan banyak lokasi baru dan hubungan antara berbagai lapisan fosil.

Penggalian di Lakibong dan Lonrong menghasilkan lebih dari seribu spesimen fosil. Berdasarkan penggalian ini, artefak tidak ditemukan di dalam lapisan sedimen, tetapi hanya dapat ditemukan di permukaan. Ini berarti usia mereka tidak dapat dipastikan. Namun, beberapa spesies fosil, seperti gajah kerdil, babi raksasa *Celebochoerus* yang telah punah, dan kura-kura raksasa *Megalocheilus* sp (semuanya telah punah saat ini), ditemukan di lapisan yang diendapkan di lingkungan pantai atau sungai dengan usia antara 2 juta dan 0,5 juta tahun. Fosil spesies lain yang sekarang masih hidup di Sulawesi, seperti Anoa dan babi hutan *Sus celebensis*, hanya ditemukan pada endapan yang jauh lebih muda, dan pasti tiba di Sulawesi Selatan lebih baru.

in 1984 by Fachroel Aziz of the Geological Research and Development Center in Bandung and later continued by Gert van den Bergh of Utrecht University. Research collaboration was established between Fachroel Aziz from the Geological Research and Development Center with P.Y. Sondaar from Utrecht University and J. De Vos from the National Museum of Natural History, Leiden (1986 - 1992). This research succeeded in discovering many new locations and relationships between different fossil layers.

Excavations at Lakibong and Lonrong yielded more than a thousand fossil specimens. Based on this research, the artifacts are not within the sedimentary layers, but can only be found on the surface. This means that their age cannot be ascertained. However, some fossil species, such as the pygmy elephant, the extinct giant pig *Celebochoerus*, and the giant tortoise *Megalocheilus* sp (all extinct today), were found in layers deposited in coastal or riverine environments with ages between 2 million and 0.5 million years. Fossils of other species now living on Sulawesi, such as the Anoa and the wild boar *Sus celebensis*, are only found in much younger deposits, and must have arrived in South Sulawesi much later.



Gambar 47. Hotel Aman, Watan Soppeng sebagai Pangkalan kerja penelitian, 1983-1993
Figure 47. Aman Hotel, Watan Soppeng as a research Basecamp, 1983-1993

Pintareng, Sangihe, Sulawesi Utara

Hanang Samudra ahli Geologi dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi yang melakukan pemetaan geologi daerah Sangihe (Gambar 48), Sulawesi Utara menemukan potongan geraham stegodon.

Kemudian pada Juli 1989 Aziz dan Shibasaki seorang tenaga ahli Jepang untuk Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi datang ke Sangihe dan berhasil mengumpulkan lebih banyak fosil yang terdiri dari gading, geraham, rahang dan bagian kerangka lainnya (Gambar 49 – 51) (Aziz, 1990).

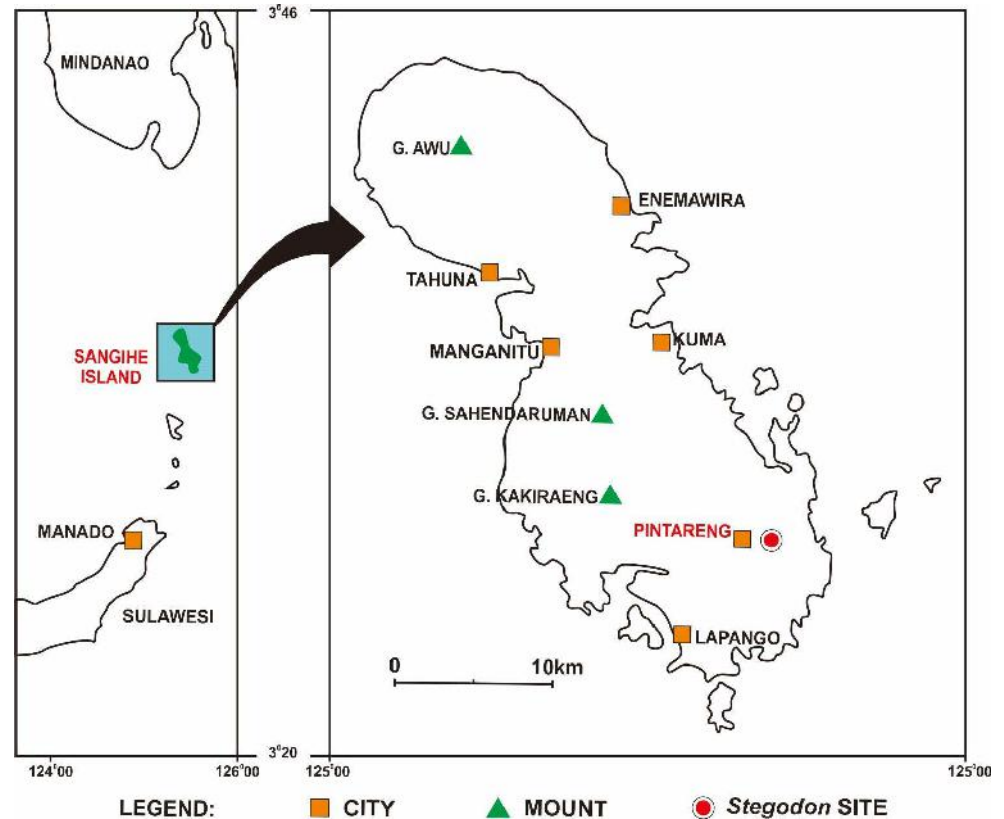
Morfologi geraham sangat mirip dengan *Stegodon trigonocephalus* dari Jawa tetapi ukurannya lebih kecil. Semetara ini disebut sebagai *Stegodon pintarengensis*.

Pintareng, Sangihe, Nort Sulawesi

Hanang Samudra, a geologist from the Center for Geological Research and Development who conducted geological mapping of Sangihe (Figure 48), North Sulawesi, found pieces of stegodon molars.

Then in July 1989 Aziz and Shibasaki a Japanese expert for the Geological Research and Development Center came to Sangihe and managed to collect more fossils consisting of tusks, molars, jaws and other skeletal parts (Figure 49 – 51) (Aziz, 1990).

The morphology of the molars is very similar to *Stegodon trigonocephalus* from Java but smaller in size. It is tentatively referred to as *Stegodon pintarengensis*.



Gambar 48. Lokasi fosil Stegodon di Pintareng, Sangihe, Sulawesi Utara
Figure 48. Stegodon fossil site in Pintareng, Sangihe, North Sulawesi



Gambar (Figure) 49. *Stegodon pintarengensis*
Geraham atas (upper molars), M2



Gambar (Figure) 50. *Stegodon pintarengensis*
Potongan Geraham Atas (An upper molars fragment)



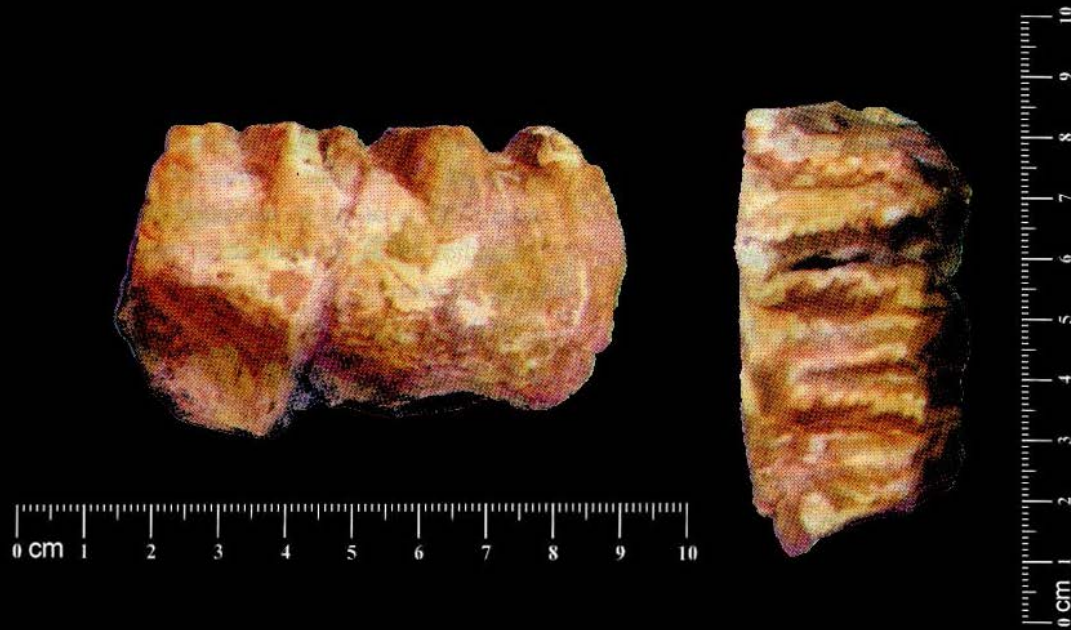
Gambar (Figure) 51. *Stegodon pintarengensis*
Tulang lutut (Astragalus)

Betue, Lore, Sulawesi Tengah

Pada Oktober 1992 sepotong bagian belakang gigi Stegodon (Gambar 52) telah ditemukan di utara Betue, Kecamatan Lore. Akan tetapi merupakan spesimen yang tidak lengkap sehingga tidak dapat diterangkan lebih lanjut (V.D. Bergh et al, 1994).

Betue, Lore, Central Sulawesi

In October 1992 a piece of the back of a Stegodon tooth (Figure 52) was found north of Betue, Lore District. However, it was an incomplete specimen and could not be further described (V.D. Bergh et al, 1994).



Gambar (Figure) 52. *Stegodon* sp
Potongan geraham bawah (A Lower molars fragment)

Cekungan Wallanae, Soppeng, Sulawesi Selatan

Kejasama antara Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi) dengan the University of Utrecht dan the National Museum of Natural History, Leiden sekarang the Biodiversity Centre, Leiden atau disingkat Naturalis melakukan penelitian fosil vertebrata secara sistematis di Cekungan Wallanae, Sulawesi Selatan (1989-1992).

Penelitian ini berhasil menemukan lokasi fosil vertebrata yang tersebar diberbagai lokasi didaerah Cekungan Wallanae, Soppeng, Sulawesi Selatan. Fosil vertebrata yang ditemukan terdiri dari *Celebochoerus heekereni*, *Stegodon sompoensis*, *Stegoloxodon celebensis*, *Bubalus* (Anoa) *deppresicornis*, *Megalochelys cf atlas*, *Crocodylus* sp dan shraks. Ekskavasi di Lakibong dan Londrong berhasil mengumpulkan ribuan fosil. *Celebochoerus heekereni* merupakan yang paling dominan mencapai lebih 85% dari kumpulan fosil.

CELEBOCHOERUS HEEKERENI

Celebochoerus heekereni merupakan sejenis fosil babi khas (*endemik*) dari lembah Wallanae dan tidak ditemukan di daerah lainnya, sangat berbeda dibandingkan dengan jenis famili babi (*suidae*) lainnya. Tengkorak *Celebochoerus heekereni* menunjukkan moncong lebih pendek dan cranial yang lebih tegak serta lobang tabung taring atas (*alviolus tupe of upper canine*) besar dan menonjol (Gambar 55).

Celebochoerus heekereni memiliki 2 buah gigi seri (*Insicivi*) (I 1 – I 2) dimana (I 1) lebih kecil dari (I 2). Mahkota (*crown*) rendah (*less hypsodonty*) dan menunjukkan bentuk pola *indistinct cutting edge* sangat berbeda dengan umumnya keluarga babi (*suidae*) yang berpola jelas untuk memotong (*a distinct cutting blade*).

Taring *Celebochoerus heekereni* ini (Gambar 57) berbeda dengan taring jenis babi lainnya seperti *Sus scrofa*, *Sus celebensis*, *Babirousa babiroussa* bahkan berbeda juga dengan *Phacocorus* sejenis babi yang juga punya taring atas yang besar, hidup di Afrika.

Wallanae Basin, Soppeng, South Sulawesi

Research on vertebrate fossils systematically in the Wallanae Basin, South Sulawesi Sulawesi was continued in the form of a collaboration between Center for Geological Survey and the University of Utrecht and the National Museum of Natural History, Leiden now the Biodiversity Centre, Leiden or abbreviated Naturalis (1989 -1992).

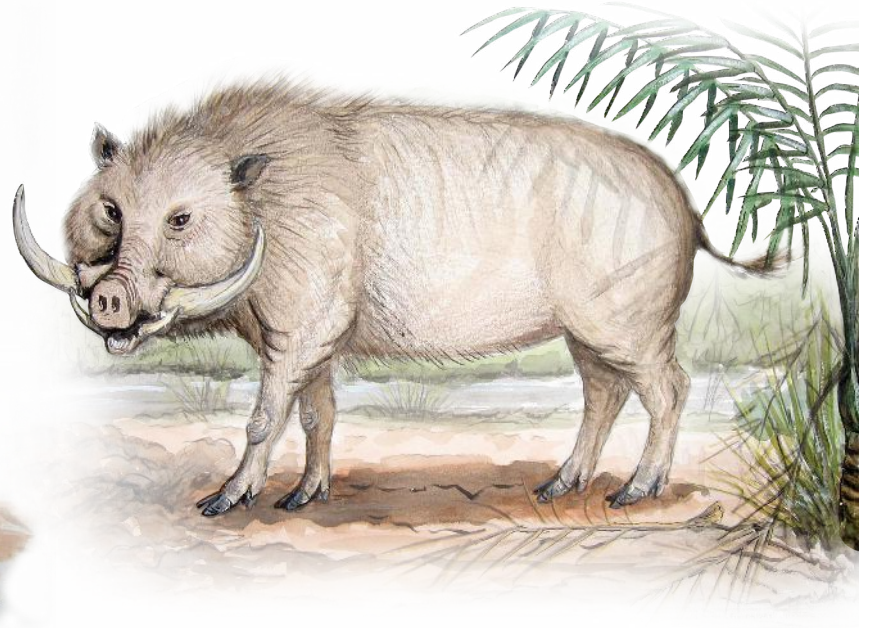
This study succeeded in finding the location of vertebrate fossils scattered in various locations in the Wallanae Basin, Soppeng, South Sulawesi. The vertebrate fossil collection consists of *Celebochoerus heekereni*, *Stegodon sompoensis*, *Stegoloxodon celebensis*, *Bubalus* (Anoa) *deppresicornis*, *Megalochelys cf atlas*, *Crocodylus* sp dan shraks. Excavations in Lakibong and Londrong managed to collect thousands of fossils. *Celebochoerus heekereni*, is the most dominant, accounting for more than 85% of the fossil collection.

CELEBOCHOERUS HEEKERENI

Celebochoerus heekereni is a typical pig fossil (*endemik*) from the Wallanae valley and is not found in other areas, it is very different from other types of pig families (*suidae*). The skull of *Celebochoerus heekereni* shows a shorter snout and a more erect cranial and a large and prominent alviolus tupe of upper canine.

Celebochoerus heekereni has 2 incisors (*Insicivi*) (I 1 – I 2) where (I 1) is smaller than (I 2). The crown (*crown*) is low (*less hypsodonty*) and shows an *indistinct cutting edge* pattern that is very different from the general pig family (*suidae*) which has a *distinct cutting blade* pattern (Figure 55).

The fangs of *Celebochoerus heekereni* (Figure 57) are different from the fangs of other types of pigs such as *Sus scrofa*, *Sus celebensis*, *Babirousa babiroussa* and even different from *Phacocorus* a type of pig that also has large upper fangs, living in Africa.



Gambar (Figure) 53. *Celebochoerus heekereni*
(J.P. Brinkink, 1991)



Gambar (Figure) 54. *Celebochoerus heekereni*
Rekontruksi Museum Geologi, Badan Geologi
(Reconstruction of Geological Museum, Geology Agency)



Gambar (Figure) 55. *Celebochoerus heekereni*
Tengkorak (Skull)



Gambar (Figure) 56. *Celebochoerus heekereni*
Rahang atas (Maxilla)



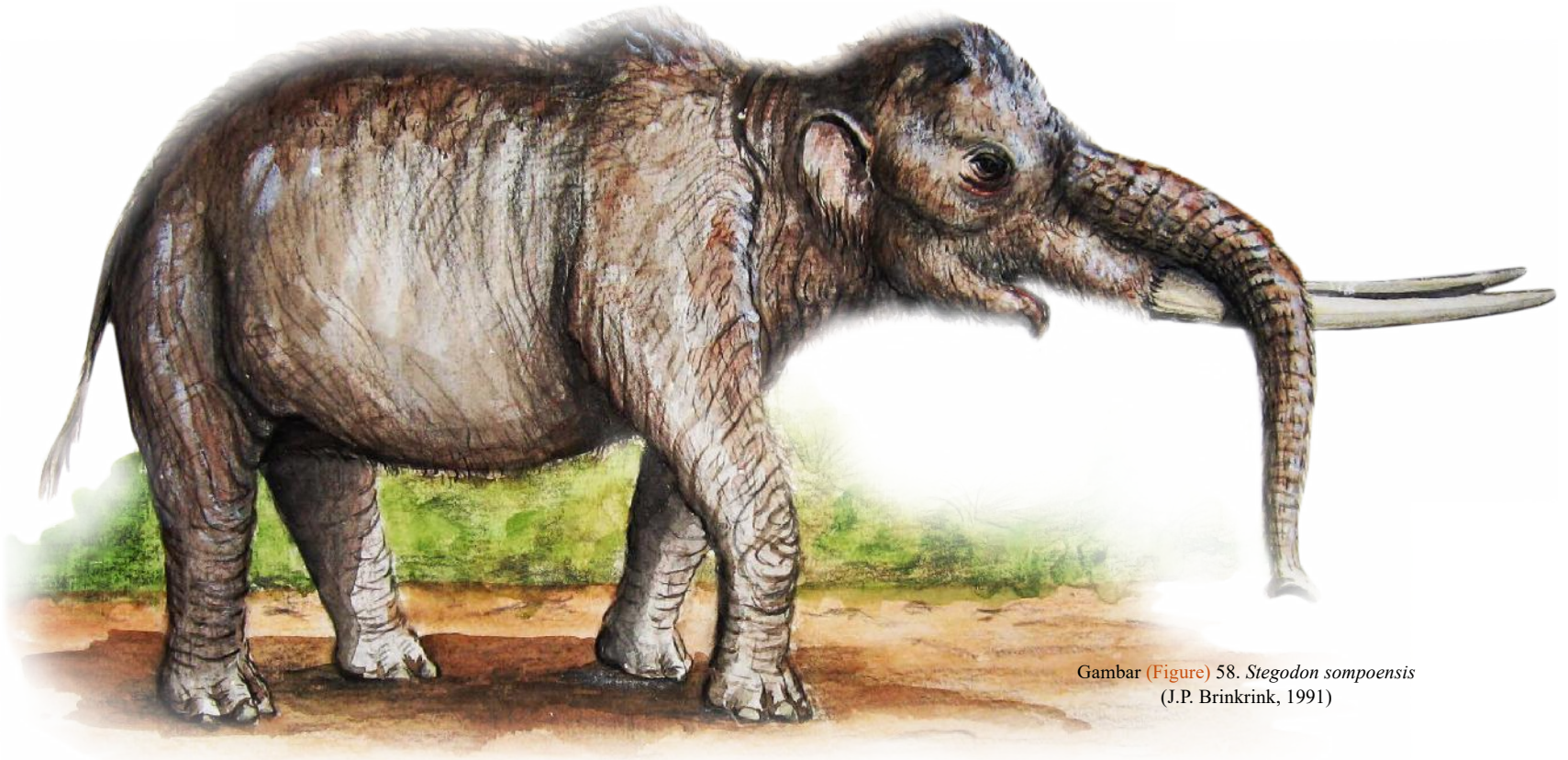
Gambar (Figure) 57. *Celebochoerus heekereni*
Taring atas (Upper canine)

STEGODON SOMPOENSIS

Stegodon sompoensis merupakan sejenis gajah kerdil seukuran gajah kerdil lainnya, *Stegodon sumbaensis* dari Waingapu, Sumba dan *Stegodon timorensis* dari Cekungan Atambua, Timor.

STEGODON SOMPOENSIS

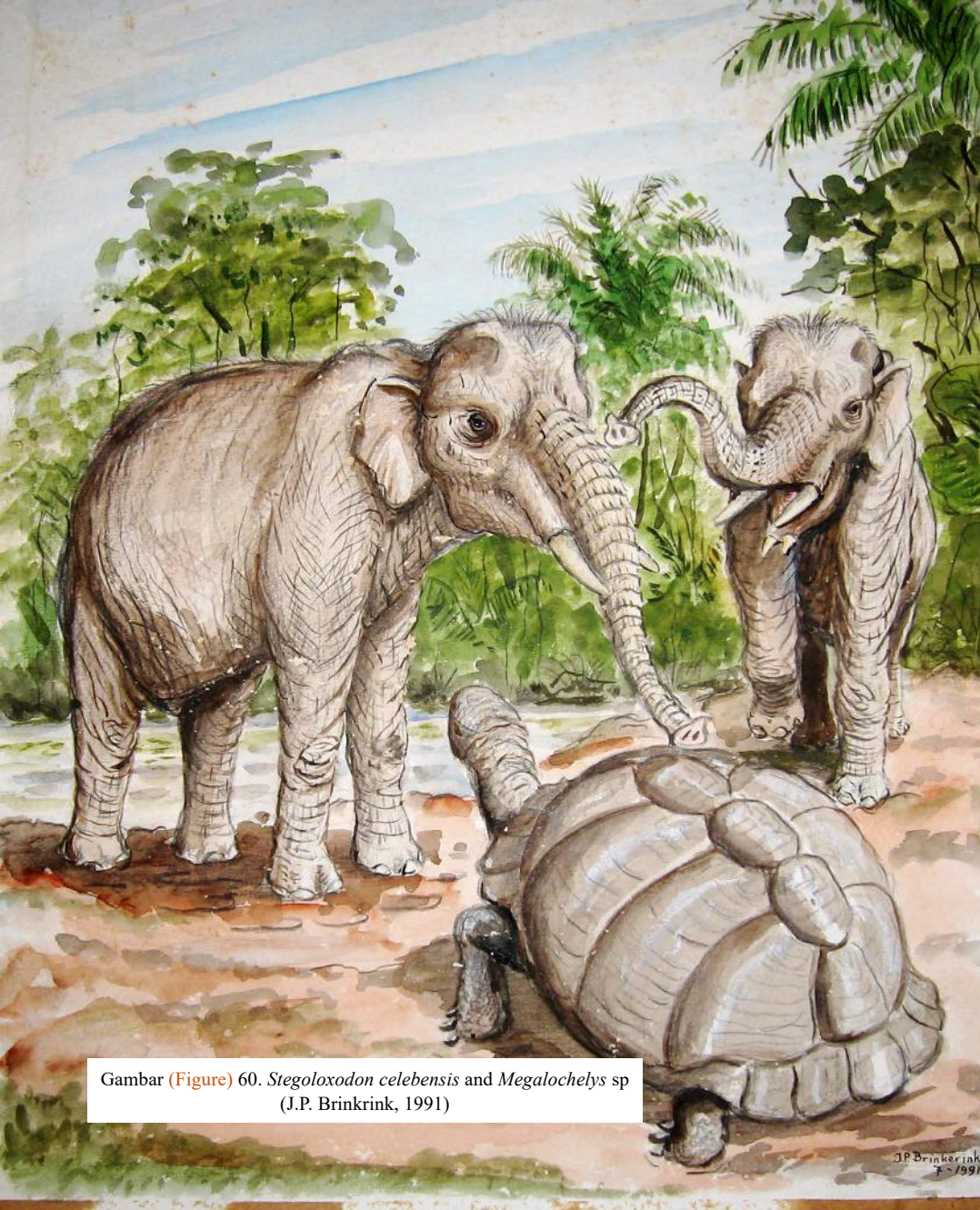
Stegodon sompoensis is a type of dwarf elephant about the size of other dwarf elephants, *Stegodon sumbaensis* from Waingapu, Sumba and *Stegodon timorensis* from the Atambua Basin, Timor.



Gambar (Figure) 58. *Stegodon sompoensis*
(J.P. Brinkink, 1991)



Gambar (Figure) 59. *Stegodon sompoensis*
Rahang bawah (Mandible), M2



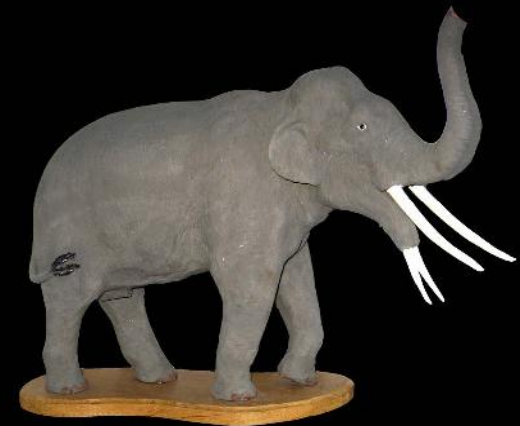
STEGOLOXODON CELEBENSIS

Dari berbagai material *Stegodoxon celebensis* yang di temukan ternyata *Stegodoxon celebensis* adalah merupakan salah satu gajah endemik dari Cekungan Wallanae, Sulawesi Selatan yang memiliki dua pasang gading (4 buah), 2 (dua) di rahang atas dan 2 (dua) di rahang bawah.

STEGOLOXODON CELEBENSIS

From the various *Stegodoxon celebensis* materials found, it turns out that *Stegodoxon celebensis* is one of the endemic elephants from the Wallanae Basin, South Sulawesi which has two pairs of tusks (4 pieces), 2 (two) in the upper jaw and 2 (two) in the lower jaw.

Gambar (Figure) 60. *Stegodoxon celebensis* and *Megalochelys* sp (J.P. Brinkerink, 1991)



Gambar (Figure) 61. Rekontruksi (Reconstruction) *Stegodoxon celebensis* (Naturalis, Leiden, Foto. F.Aziz 2007)



Gambar (Figure) 62. *Stegodoxon celebensis*
Tengkorak (Skull), Ventral



Gambar (Figure) 63. *Stegodoxon celebensis*
Tengkorak (Skull), Dorsal



Gambar (Figure) 64. *Stegodoxon celebensis*
Rahang bawah (Mandible)



Gambar (Figure) 65. *Stegodoxon celebensis*
Gading bawah (Lower tusk)

MEGALOCHELYS ATLAS

Pertama kali, Hooijer (1948) mendeskripsi sebuah tulang belikat (*scapula*) fosil kura-kura darat raksasa Walanae sebagai *Testudo margae* dan mengganti nama ilmiah menjadi *Geochelone atlas* (Senior sinonim *Megalochelys atlas*) berdasarkan metode morfometrik dan tulang kerangkanya (Hooijer, 1954).

Pusat Survei Geologi (dahulu Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, P3G) menemukan fragmen plastron/tulang tempurung dada dari kura-kura darat raksasa (gambar 66) Walanae (panjang 1,5meter) dari Desa Saribatue daerah Soppeng, Walanae (Aziz, 1990; van den Bergh, 1999).

Fragmen plastron tersebut belum dideskripsi dan hanya disebut sebagai *Geochelone atlas* oleh Aziz (1990) seperti pendapat Hooijer (1954). Walaupun demikian species *Geochelone atlas* Sulawesi dirubah menjadi *Megalochelys* sp. (Setiyabudi, 2009).

MEGALOCHELYS ATLAS

First, Hooijer (1948) described a fossil scapula of the giant land tortoise Walanae as *Testudo margae* and renamed it *Geochelone atlas* (Senior synonym *Megalochelys atlas*) based on its morphometric and skeletal methods (Hooijer, 1954).

The Geological Survey Center (formerly the Center for Geological Research and Development, P3G) found plastron fragments from the giant land tortoise (figure 66) Walanae (1.5 meters long) from Saribatue Village in Soppeng, Walanae (Aziz, 1990; van den Bergh, 1999).

The plastron fragment has not been described and is simply referred to as the *Geochelone atlas* by Aziz (1990) as Hooijer (1954) argues. However, the species *Geochelone atlas* Sulawesi was changed to *Megalochelys* sp. (Setiyabudi, 2009).



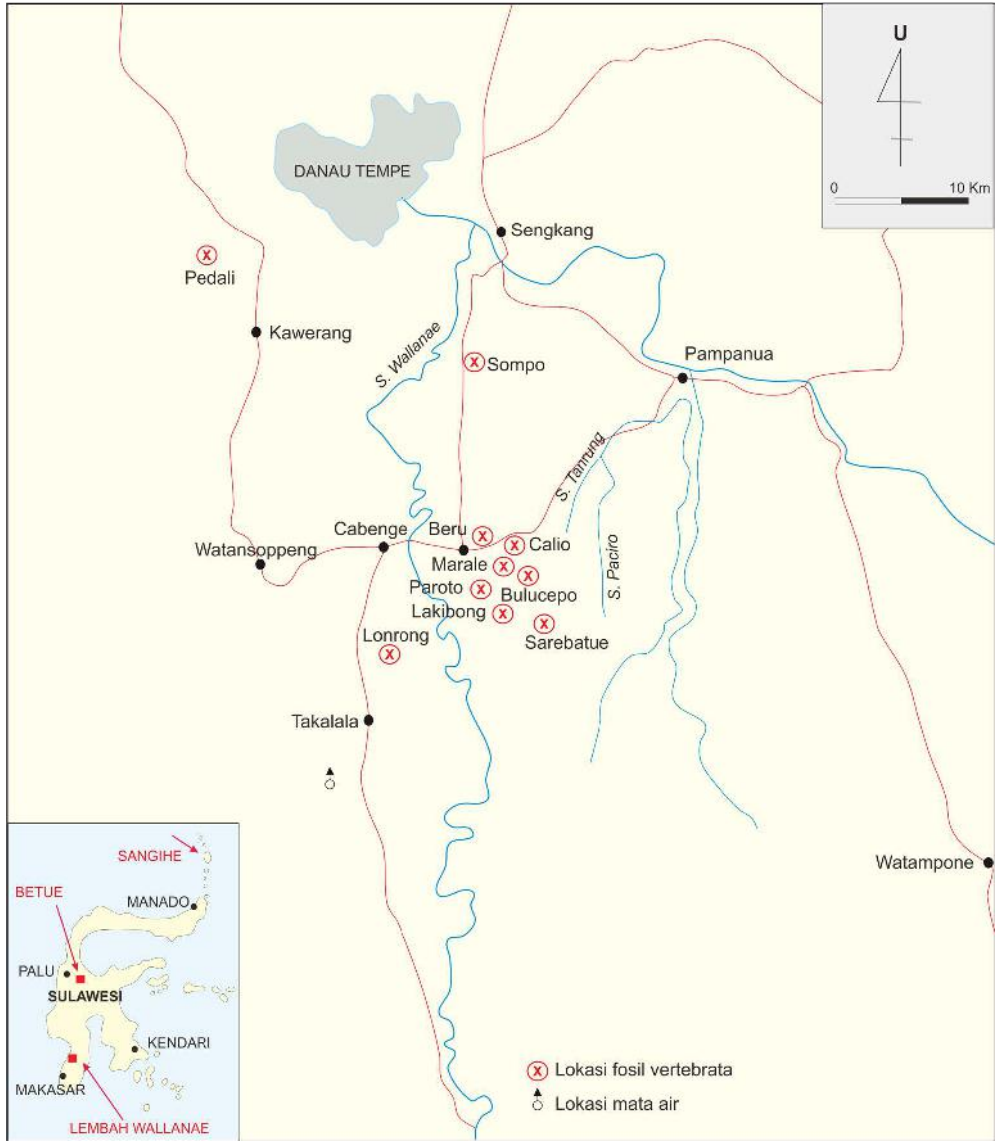
Gambar (Figure) 66. *Megalochelys atlas*
Plastron



Gambar (Figure) 67. *Cacarias megalodon*
Gigi (Tooth)



Gambar (Figure) 68. *Crocodilus* sp
Gigi (Tooth)



Gambar 69. Lokasi Fosil Vertebrata di Cekungan Wallanae, Sulawesi Selatan
 Figure 69. Vertebrate Fossil Locations in the Wallanae Basin, South Sulawesi

2.3. Cekungan Soa, Flores

Fosil vertebrata pertama ditemukan oleh Raja Nagekeo, Yosep Djuwa Dobe Ngole (1956) saat melakukan ritual tradisi perburuan di kampung lama, Ola Bula, Cekungan Soa, Flores.

Temuan ini dilaporkan kepada Verhoeven seorang pastur di Mataloko. Verhoeven sangat tertarik atas temuan ini dan selanjutnya mengumpulkan lebih banyak fosil. Sebagian temuan fosil di kirim ke Museum Sejarah Alam di Leiden, Belanda. Hooijer (1957) meidentifikasi tersebut dan menamakan sebagai *Stegodon trigonocephalus florensis* dan dianggap subspecies dari *Stegodon trigonocephalus* dari Jawa. Akan tetapi menurut van den Begrh (1999) *Stegodon* di Jawa dan Flores merupakan spesies yang terpisah, sehingga lebih layak dinamakan sebagai *Stegodon florensis* saja.

2.3. Cekungan Soa, Flores

The first vertebrate fossil was discovered by the King of Nagekeo, Yosep Djuwa Dobe Ngole (1956) during a ritual hunting tradition in the old kampong, Olabula, Soa Basin, Flores.

This finding was reported to Verhoeven, a priest in Mataloko. Verhoeven was very interested in this finding and went on to collect more fossils. Some of the fossils were sent to the Natural History Museum in Leiden, Netherlands. Hooijer (1957) identified it and named it *Stegodon trigonocephalus florensis* and considered it a subspecies of *Stegodon trigonocephalus* from Java. However, according to van den Begrh (1999), the *Stegodons* of Java and Flores are separate species and should be named *Stegodon florensis* only.



Gambar 70. Panorama, Gunung Abu Lobo
Figure 70. Mount Abu Lobo view

Sebagai respon dari temuan *Stegodon florensis* ini, pada tahun 1960, Hartono dari Direktorat Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi) melakukan penelitian geologi di daerah temuan fosil di daerah Ola Bula dan sekitarnya dan menyusun kerangka stratigrafi.

Urutan stratigrafi dari tua ke muda sebagai berikut:

- Formasi Ola Kile yang berupa endapan breksi vulkanik.
- Formasi Ola Bula yang terdiri dari anggota tuf, anggota batupasir dan anggota batugamping (Gero)
- Endapan vulkanik dan alluvium resen.
- Fosil ditemukan dalam lapisan batupasir tufaan bagian bawah Formasi Ola Bula (Hartono, 1961).

Verhoeven (1963 - 1970) melanjutkan pengumpulan dan penelitian fosil ke berbagai lokasi di daerah Cekungan Soa. Berdasarkan temuan insitu dari hasil ekskavasi di Mata Menge dan Boa Lesa ditemukan asosiasi fosil *Stegodon* dan alatbatu (gambar 71). Merujuk keadaan di Jawa, dimana *Homo erectus* dan *Stegodon trigonocephalus* hidup bersama (*co-exist*) sekitar 750.000 tahun lalu maka Verhoeven (1968) menyimpulkan bahwa Flores telah dihuni "Manusia Purba" seperti yang terdapat di Jawa. Akan tetapi hal ini kurang mendapatkan perhatian dan diragukan oleh sebagian kalangan ahli arkeologi (Allen, 1991 dan Bellwood, 1997).

Untuk melacak keberadaan "Manusia Purba" di Flores, Pusat Survei Geologi, Bandung dan Universitas Utrecht serta Museum Sejarah Alam, Leiden, Belanda menjalin kerjasama penelitian di daerah Cekungan Soa, Flores (1992-1994) (gambar 72). Tim berhasil menemukan kembali lokasi (relokasi) ekskavasi Verhoeven di Mata Menge dan Boa Lesa. Ekskavasi ulang (melanjutkan ekskavasi Verhoeven, 1963) di Mata Menge juga menemukan asosiasi *Stegodon florensis* dan alat batu seperti yang telah dilaporkan oleh Verhoeven (1968) dan Maringer dan Verhoeven (1970).

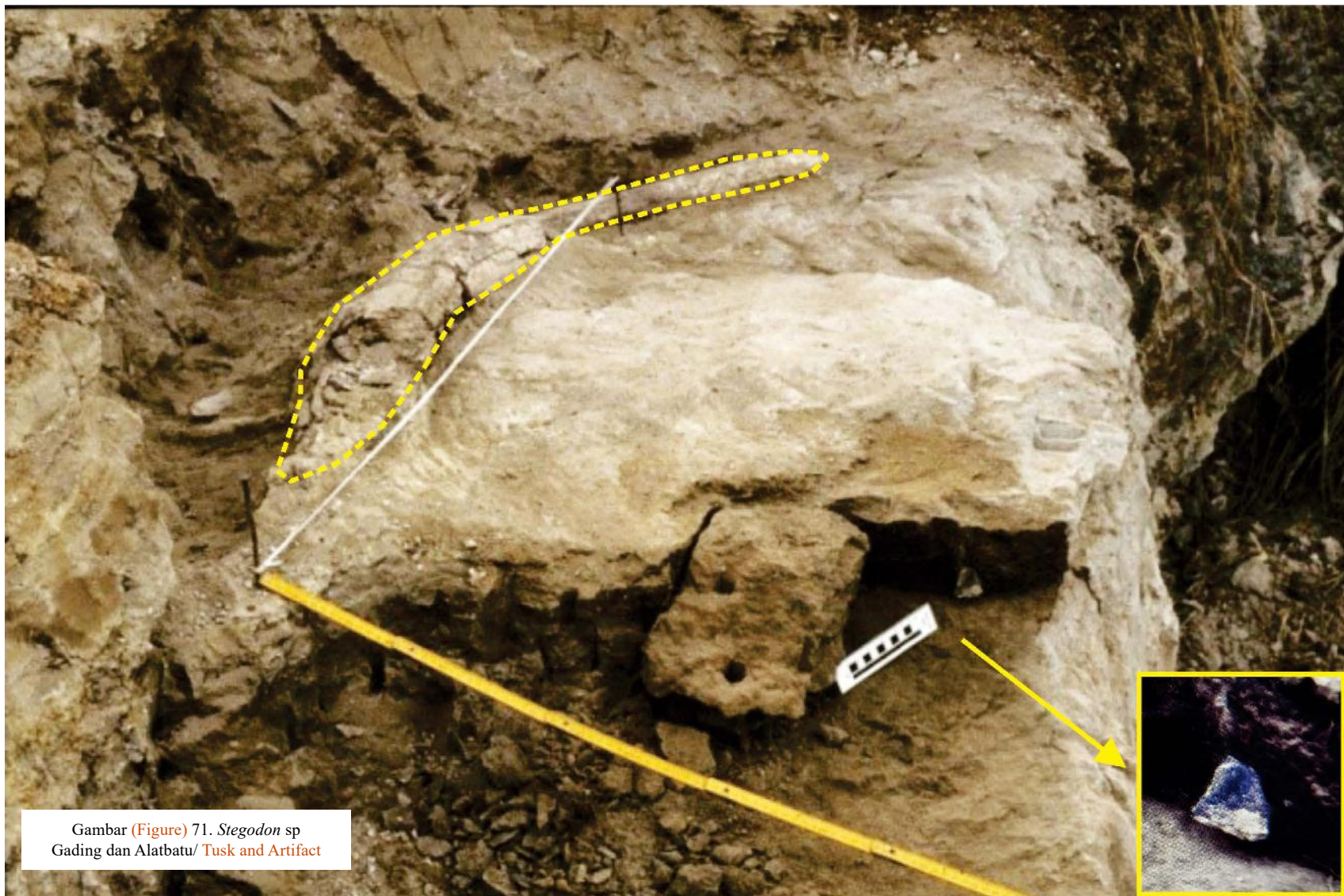
In response to the *Stegodon florensis* findings, in 1960, Hartono from the Directorate of Geology (now the Geological Survey Center) conducted geological research in the area of the fossil findings in the Ola Bula area and its surroundings and compiled a stratigraphic framework.

The stratigraphic sequence from old to young is as follows:

- Ola Kile Formation which is a volcanic breccia deposit.
- Ola Bula Formation which consists of tuff member, sandstone member and limestone member (Gero).
- Volcanic deposits and recent alluvium.
- Fossils were found in the lower tuffaceous sandstone layer of the Ola Bula Formation (Hartono, 1961).

Verhoeven (1963-1970) continued collecting and researching fossils at various locations in the Soa Basin. Based on in situ findings from excavations at Mata Menge and Boa Lesa, the association of *Stegodon* and toolstone fossils was found (figure 71). Referring to the situation in Java, where *Homo erectus* and *Stegodon trigonocephalus* lived together (*co-exist*) around 750,000 years ago, Verhoeven (1968) concluded that Flores had been inhabited by "Early Man" like those found in Java. However, this has received little attention and is doubted by some archaeologists (Allen, 1991 and Bellwood, 1997).

To trace the existence of "Ancient Humans" in Flores, the Geological Survey Center, Bandung and Utrecht University and the Natural History Museum, Leiden, the Netherlands collaborated on research in the Soa Basin area, Flores (1992-1994) (figure 72). The team successfully relocated Verhoeven's excavations at Mata Menge and Boa Lesa. The re-excavation (continuing the excavation of Verhoeven, 1963) at Mata Menge also found *Stegodon florensis* associations and stone tools as reported by Verhoeven (1968) and Maringer and Verhoeven (1970).



Gambar (Figure) 71. *Stegodon* sp
Gading dan Alatbatu/ Tusk and Artifact



Gambar 72. Tim Peneliti Cekungan Soa, Flores, Nusa Tenggara Timur

Figure 72. Soa Basin Research Team, Flores, Nusa Tenggara Timur

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi – Utrecht University – National Museum of Natural History, Leiden 1992 - 1994

(Foto/ Photo: Faeoel Aziz)

Alatbatu yang dikumpulkan ini dianalisis oleh Moorwod et al., 1997. Hasil analisis kemagnetan purba dari lintasan Tangi Talo – Ola Bula, menunjukkan bahwa batas perubahan arah polarisasi magnet Matuyama - Brunches terletak di bawah lapisan yang mengandung fosil *Stegodon florensis* dan alatbatu. Sehingga *Stegodon florensis* dan alatbatu ditafsirkan berumur sekitar 730.000 tahun lalu (Sondaar, dkk., 1994). Hal ini sesuai dengan hasil penentuan umur dengan metoda fission track dari lapisan tufa di Mata Menge yang menunjukkan umur sekitar 880.000 tahun lalu dan di Tangi Talo berkisar 900.000 tahun lalu (Morwood et.al, 1998). Lokasi lain yang kaya akan fosil vertebrata ditemukan di Dhozo Dalu (gambar 73), Kopo Watu dan Koba Tua. Sementara penggalian di Tangi Talo menemukan fosil *Stegodom* kecil.

The collected flint tools were analyzed by Moorwod et al., 1997. The results of the analysis of ancient magnetism from the Tangi Talo - Ola Bula track, show that the boundary of the change in the direction of magnetic polarization of Matuyama - Brunches is located below the layer containing the fossils of *Stegodon florensis* and stone tools. So the *Stegodon florensis* and stone tools are interpreted to be around 730,000 years ago (Sondaar, et al., 1994). This is consistent with the results of the fission track dating of the tuff layer at Mata Menge which showed an age of around 880,000 years ago and at Tangi Talo around 900,000 years ago (Morwood et.al, 1998). Other locations rich in vertebrate fossils were found at Dhozo Dalu (figure 73), Kopo Watu and Koba Tua. Meanwhile, excavations in Tangi Talo found dwarf *Stegodon* fossils.



Gambar 73. Kumpulan Fossil Stegodon, Dhozo Dalu
Figure 73. Stegodon Fossil materials, Dhozo Dalu

Kemudian penelitian di Cekungan Soa, Flores dilanjutkan dengan kerjasama antara Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi dengan The University New England dengan judul: *Archaeology and palaeontology of the Ola Bula Formation, Central Flores, Indonesia*. (1998-2001). Penelitian ini meliputi berbagai aspek geologi/stratigrafi dan ekskavasi yang sistematis di berbagai lokasi terpilih antara lain: Mata Menge, Dozo Dhalu, Boa Leza, Tangi Talo dan Kopo Watu (Aziz, Morwood and V.D. Bergh, 2009).

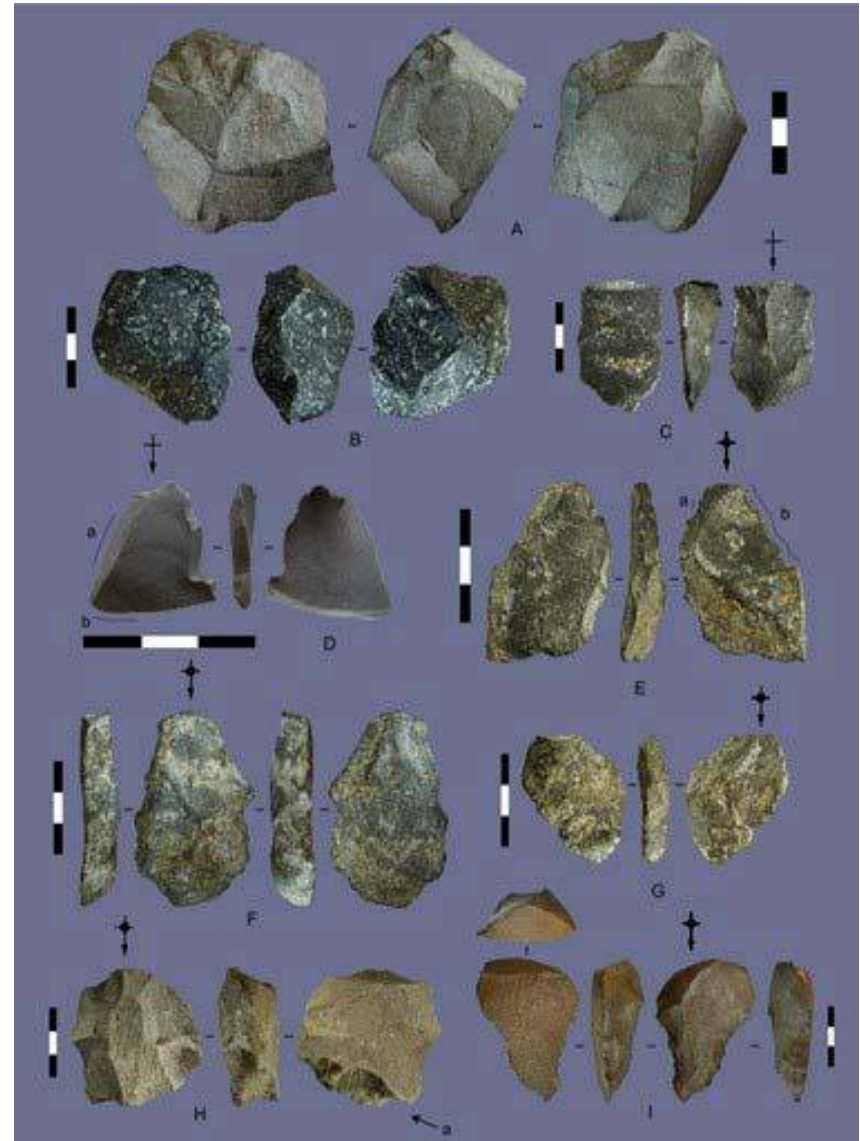
Then research in the Soa Basin, Flores continued with collaboration between the Geological Research and Development Center and The University New England with the title: *Archaeology and palaeontology of the Ola Bula Formation, Central Flores, Indonesia*. (1998-2001). The research covered various aspects of geology/stratigraphy and systematic excavations at selected sites including: Mata Menge, Dozo Dhalu, Boa Leza, Tangi Talo and Kopo Watu (Aziz, Morwood and V.D. Bergh, 2009).



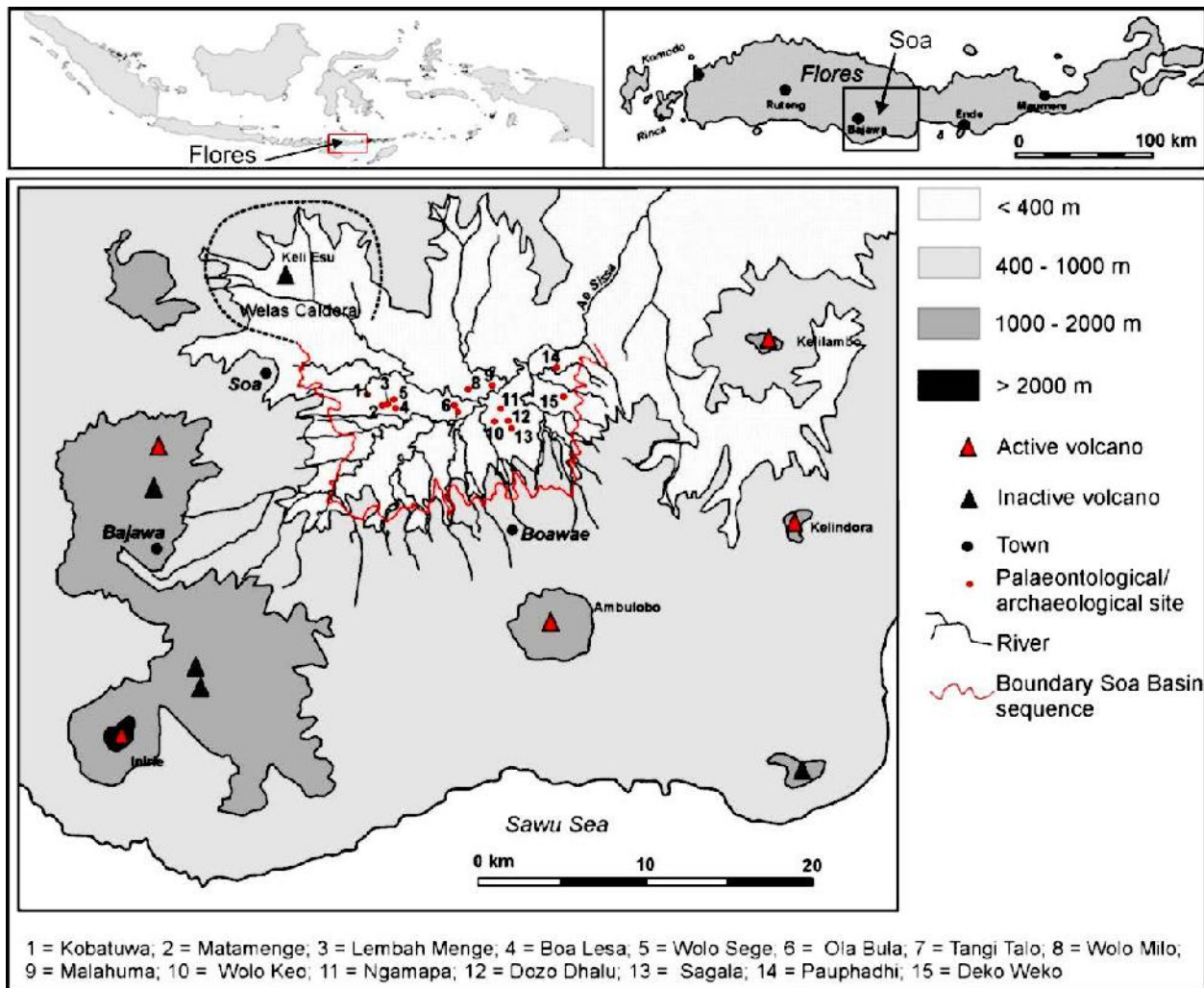
Gambar (Figure) 74. V.D. BERGH – M.J. MORWOOD – F. AZIZ
(Foto/ Photo: Facroel Aziz)

Selanjutnya penelitian ini diteruskan dalam bentuk Kerjasama antara Pusat Survei Geologi dengan University of Wollongong dengan judul, *Astride the Wallace Line I* (2003 – 2006) dan *Astride the Wallace Line – II* (2006 – 2009). Tujuan utama untuk melacak wujud dan keberadaan “manusia awal” pembuat dan pengguna alatbatu yang bermukim di Cekungan Soa. Penelitian ini berhasil mengumpulkan ribuan fosil vertebrata terutama *Stegodon florensis* yang mencapai sekitar 90% dari populasi fosil yang dikumpulkan, stegodon kerdil (*Stegodon sondaari*) dan artefak (gambar 75). Namun demikian tidak ditemukannya kerangka wujud, tetapi ribuan artefak yang dikumpulkan memberikan petunjuk bahwa keberadaan “manusia awal” di Cekungan Soa sekitar 1.000.000 tahun lalu (Brumm *et.al.*, 2006).

Furthermore, this research was continued in the form of cooperation between the Geological Survey Center and the University of Wollongong under the titles, *Astride the Wallace Line I* (2003 - 2006) and *Astride the Wallace Line - II* (2006 - 2009). The main objective of the research was to trace the form and existence of "early humans" who made and used stone tools in the Soa Basin. This research succeeded in collecting thousands of vertebrate fossils, especially *Stegodon florensis* which accounted for about 90% of the fossil population collected, dwarf stegodon (*Stegodon sondaari*) and artifacts (figure 75). However, the lack of skeletons but the collection of thousands of artifacts suggests that "early humans" were present in the Soa Basin around 1,000,000 years ago (Brumm *et.al.*, 2006).



Gambar 75. Alatbatu, Mata Menge, berumur 800.000 tahun
Figure 75. Stone tool, Mata Menge, 800,000 years old
(Brumm *et al.*, 2006)



Gambar 76. Lokasi fosil vertebrata dan artefak, Cekungan Soa, Flores, Nusa Tenggara Timur
 Figure 76. Locations of vertebrate fossils and artifacts Soa Basin, Flores, East Nusa Tenggara



Gambar 77. Ekskavasi Mata Menge, 2010
 Figure 77. Mata Menge Excavation, 2010



Gambar 78. Ekskavasi Boa Leza, 2012
 Figure 78. Boa Leza excavation, 2012



Gambar 79. Ekskavasi Tangi Talo, 2007
 Figure 79. Tangi Talo excavation, 2007



Gambar (Figure) 80. *Stegodon florensis*
Rekontruksi Museum Geologi, Badan Geologi
Reconstruction of Geological Museum, Geology Agency
(Foto/ Photo: Thomas Priyo E.)

Untuk terus melacak "manusia purba" di Cekungan Soa, kolaborasi penelitian dilanjutkan di bawah payung berikut:

KERJASAMAPENELITIANINDONESIA–AUSTRALIABERDASARKAN MOU OF AGREEMENT (MoU) DENGAN BADAN GEOLOGI DENGAN UNIVERSITY OF WOLLONGONG ON EARTH SCIENCE.

Sebagai implementasi dari MoU ini, Pusat Survei Geologi, Badan Geologi dan Sekolah Ilmu Bumi dan Lingkungan Universitas Wollongong melakukan penelitian bersama berjudul: In Search Of The First Hominins (2010 – 2015) dan diperpanjang hingga sekarang).

Untuk mencapai tujuan ini maka sejak 2012 ekskavasi berskala besar dan rinci di lakukan di beberapa lokasi terpilih, secara khusus di Mata Menge. Berkat dedikasi, ketekunan dan kerja keras tim serta dukungan pemerintah dan masyarakat setempat, penggalian tahun 2014 menemukan indikasi keberadaan manusia purba di Cekungan Soa dengan ditemukannya spesimen fosil gigi geraham manusia (gambar 82) di parit 32 pada penggalian di Mata Menge. Temuan ini berlanjut dalam kegiatan ekskavasi lanjutan (*trench 32*) (gambar 83) di Mata Menge 2015 (Van den Bergh *et.al*, 2016).

To continue tracking the "early humans" in the Soa Basin, research collaboration is continuing under the following umbrella:

INDONESIA-AUSTRALIA RESEARCH COOPERATION BASED ON MOU OF AGREEMENT (MoU) BY BADAN GEOLOGI WITH UNIVERSITY OF WOLLONGONG ON EARTH SCIENCE.

As an implementation of this MoU, the Geological Survey Center, Geological Agency and the School of Earth and Environmental Sciences, University of Wollongong conducted a joint research entitled: In Search Of The First Hominins (2010 - 2015 and extended until now).

To achieve this goal, since 2012 large scale and detailed excavation have been carried out at several selected location, especially in Matamenge. Thanks to the dedication, perseverance and hard work of the team as well as the support of the government and local community, the 2014 excavation found indication of ancient humans in Soa Basin with the discovery of fossil specimen of human molar teeth (figure 83) in trench 32 of the Mata Menge excavation. This finding continued with further excavation (*trench 32*) at Mata Menge in 2015 (Van den Bergh *et.al*, 2016).



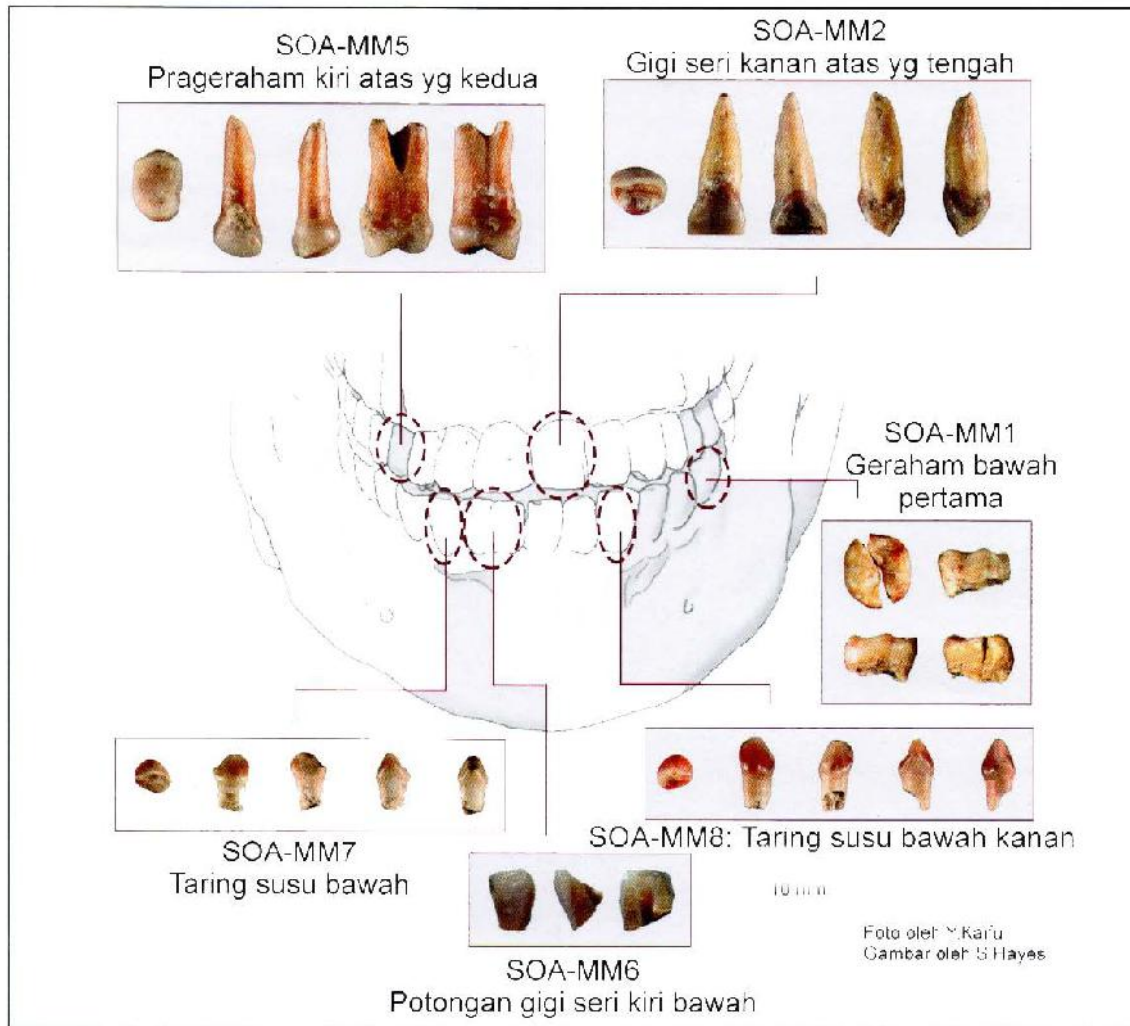
Gambar (Figure) 81. *Stegodon sondaari* (holotype)
Tangi Talo



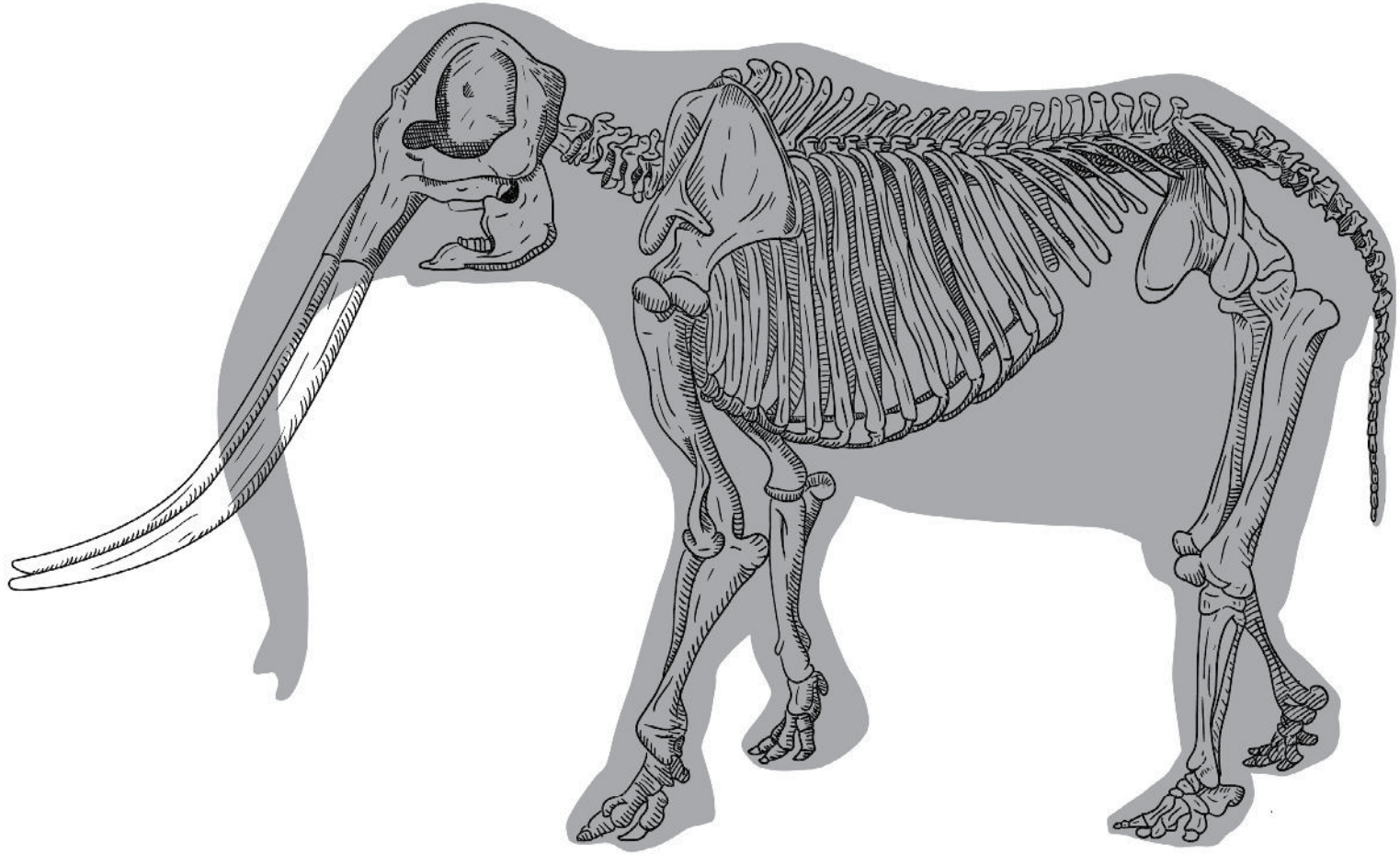
Gambar 82. Lokasi Temuan Geraham Hominid
Figure 82. Location of Hominid Molars Findings



Gambar 83. Lokasi fosil hominid, ekskavasi trench 32, Mata Menge 2014
Figure 83. Hominid fossil locality, trench 32 excavation, Mata Menge 2014



Gambar (Figure) 84. Hominid, Mata Menge, Soa, Flores



3. KESIMPULAN CONCLUTIONS

Koleksi fosil vertebrata yang disajikan di atlas ini merupakan hasil penelitian dan survei para ahli Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral sejak masa Dienst van den Mijnbouw (1922 - 1942) dan berlanjut hingga sekarang.

Berdasarkan koleksi fosil vertebrata hasil penelitian para ahli Dienst van den Mijnbouw (1922-1942) dapat disusun Biostatigrafia mamalia Jawa (Von Koenigswald, 1934; De Vos et al., 1882; Sondaar, 1984 dan Leinders et al., 1985).

Migrasi vertebrata dari Daratan (benua) Asia ke Kepulauan Indonesia dimulai sekitar 1.500.000 tahun lalu atau mungkin lebih awal, melalui jalur Siva-Malayan dari daratan Asia (Siwalik, India) - Indocina - Semenanjung Malaysia terus ke Jawa. Migrasi ini berlangsung sangat dipengaruhi turun - naik (fluktuasi) muka air laut. Kemudian migrasi berikut berlangsung pada akhir Plestosen melalui jalur Sino-Malayan dari Daratan Asia (Cina - Kalimantan - Sumatera -Jawa), saat paparan Sunda merupakan daratan yang menyatu dengan Daratan (Benua) Asia

Ada pula yang datang dari daratan Asian (Cina) melalui Taiwan-Pilipina terus ke Kepulauan Wallacea (Sangihe, Sulawesi, Flores, Sumba dan Timor dengan cara menyeberangi laut (sea crossing) atau dikenal sebagai sweepstake dispersal. Migrasi cara ini hanya dapat dilakukan oleh fauna terbatas yang mempunyai kemampuan berenang prima.

The vertebrate fossil collection presented in this atlas is the results of research and survey by experts of the Centre of the Geological Survey, Geological Agency, Ministry of Energy and Mineral Resources since the period of Dienst van den Mijnbouw (1922 -1942) and continuous up to presentday.

Based on the vertebrate fossil collections of the Dienst van den Mijnbouw (1922-1942) experts, a Biostatigraphic Javanese mammals can be compiled (Von Koenigswald, 1934; De Vos et al., 1882; Sondaar, 1984 and Leinders et al., 1985).

Vertebrata migration from mainland Asia to the Indonesian archipelago began about 1,500,000 years ago or perhaps earlier, via the Siva-Malayan route from mainland Asia (Siwalik, India) - Indochina - Peninsular Malaysia all the way to Java. This migration takes place greatly influenced by fluctuations in sea levels. Then the following migration took place at the end of the Pleistocene via the Sino-Malayan route from the Asian Mainland (China - Borneo - Sumatra - Java)

There are also those who come from the Asian mainland (China) through Taiwan-Philippines to the Wallacea Islands (Sangihe, Sulawesi, Flores, Sumba and Timor by crossing the sea (sea crossing) or known as sweepstake dispersal. This type of migration can only be done by limited fauna that have excellent swimming skills.

Temuan fosil kerangka *Elephas hydusdrindicus* yang hampir lengkap (85%) di dusun Sunggun, Mendalem, Blora (2008) sangat luar biasa. Temuan ini merupakan temuan pertama sejak dimulainya penelitian fosil vertebrata di Indonesia (Jawa) lebih dari 150 tahun lalu (1850-an).

Temuan geraham 'manusia purba' *Homo erectus* dalam ekskavasi di Mata Menge (2015) menunjukkan bahwa Flores telah dihuni manusia sekitar 1.000.000 tahun lalu (Verhoeven 1968, Brumm et al., 2006).

Badan Geologi telah berhasil merekonstruksi kerangka *Elephas hydusdrindicus* (2014) selain itu telah pula dibuat rekonstruksi kerangka *Stegodon florensis* (2016) dan *Cebochorus heckereni* (2020).

The discovery of an almost complete (85%) fossilized skeleton of *Elephas hydusdrindicus* in Sunggun, Mendalem, Blora (2008) was extraordinary/spectacular. This finding is the first since the start of vertebrate fossil research in Indonesia (Java) more than 150 years ago (1850s).

The discovery of 'early man' *Homo erectus* molars in excavations at Mata Menge (2015) suggests that Flores was inhabited by humans around 1,000,000 years ago (Verhoeven 1968, Brumm et al., 2006).

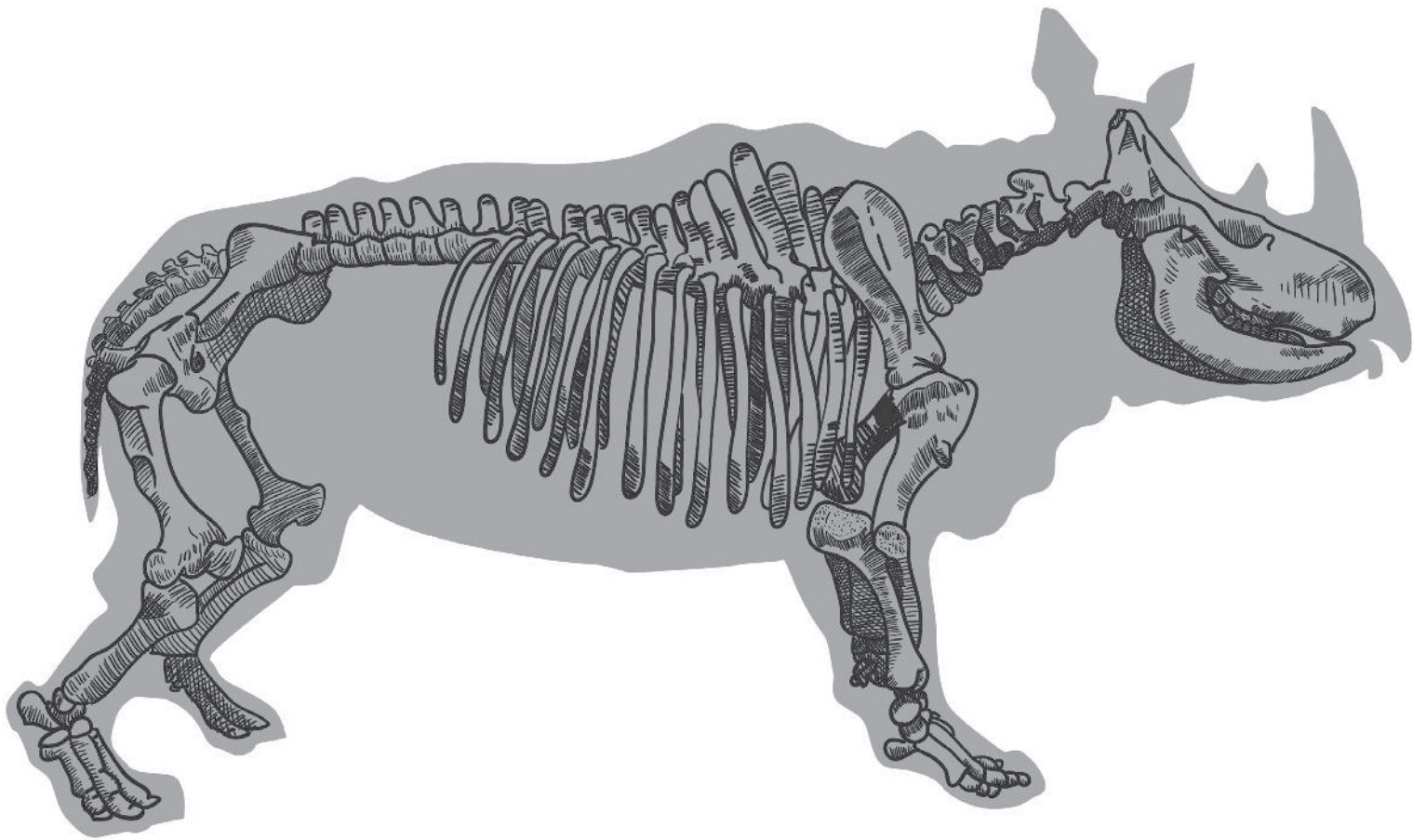
The Geological Agency has successfully reconstructed the skeleton of *Elephas hydusdrindicus* (2014) and has also reconstructed the skeletons of *Stegodon florensis* (2016) and *Cebochorus heckereni* (2020).

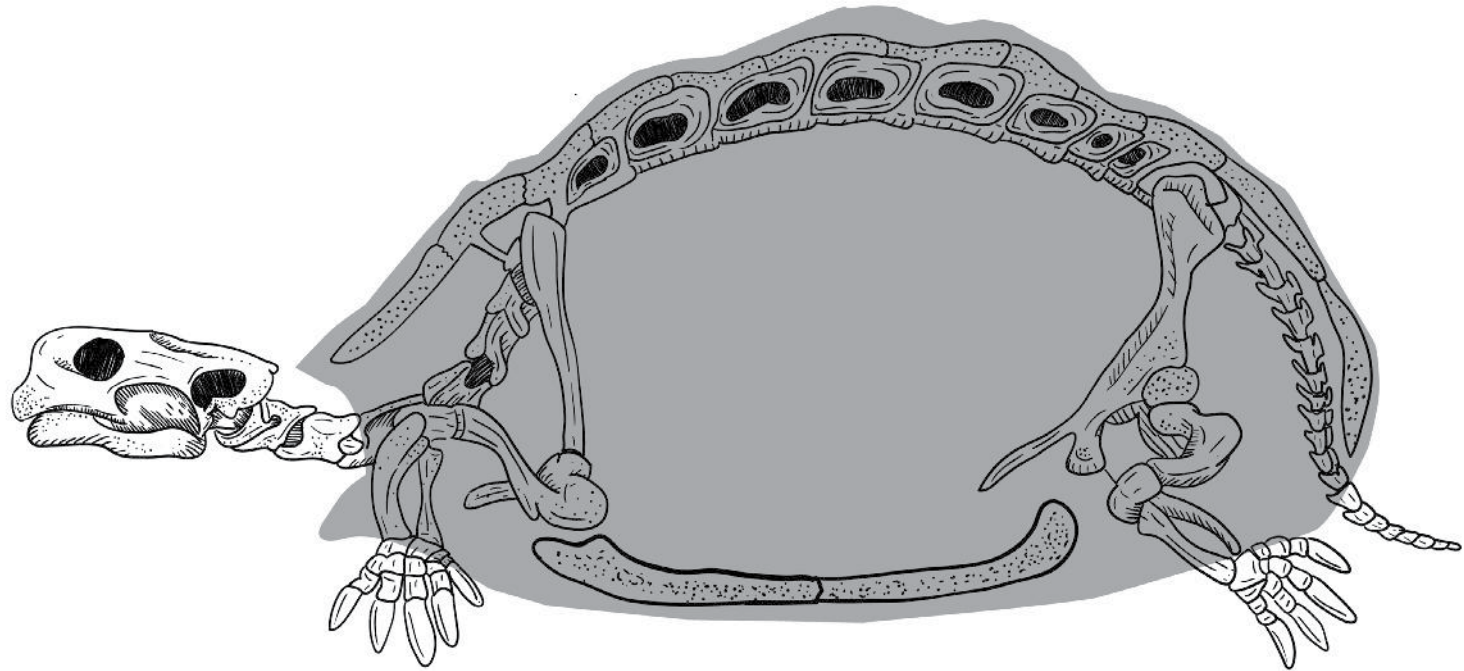
Bibliografi

Bibliography

1. Aimi, M. and Sudijono, 1985. On the problematical species *Aceterium boschi* Von Koenigswald 1933. Bull.Geol. Res. and Dev. Centre, 1: 37 – 45
2. Aimi, M. and Aziz, F., 1985. Vertebrate Fossils from Sangiran Dome, Mojokerto, Trinil and Sambungmacan areas, In: Watanabe, N., and Kadar, D. (eds). Quaternary Geology of the Hominid Fossil Bearing Formations in Java. Geological Research and Development Centre, Special Publication, 4: 155- 168.
3. Aziz, F.,1990. Pleistocene mammal faunas of Sulawesi and their bearings to paleozoogeography. PhD thesis, Kyoto University 1-106.
4. Aziz, F. and Purbohadiwidjojo, M. M., 1991. In quest of fossil hominids in Indonesia. The rule played by the GRDC and its predecessors: GRDC: 1 – 8.
5. Aziz, F. and De Vos, J., 1989. Rediscovery of the Wajak site (Java Indonesia). Jour. Anthropol. Soc. Nippon, Vol. 97, 1: 132 – 144.
6. Aziz, F. and De Vos, J., 1999. Fossil fauna from Citarum Area, West Java, Indonesia. *Deinsea* 7:21 – 32
7. Aziz, F., Morwood, M. And Van Den Bergh, G. H. 2009. Pleistocene Geology And Archaeology Of The Soa Basin, Central Flores, Indonesia. *Spec. Publ. Centre for Geological Survey*,36: 1-146.
8. Aziz, F., 2007. Faunal stratigraphy of hominid sites in Java: with special reference to vertebrate fossils from Sambungmacan. (Abstract) International Symposium on Quaternary Environmental Changes and Humans in Asia and the Western Pasific. Tsukuba, Japan, (November 19-22, 2008)
9. Aziz. F. and Kurniawan. I., 2014. Atlas of Indonesia Homo Erectus. 1 – 98, Lipi Press.
10. Brumm, A., Aziz, F., Bergh, v. d .G. D., Morwood, M. J., Moor, M.W., Hobbs, D.R., Kurniawan, I., and Fullagar, R., 2006. Early stone technology on Flores and its implications for Homo floresiensis. *Nature*: 441, 624-62.
11. Carrol, R. L., 1988, *Vertebrate Paleontology and Evolution*, W. H. Freeman and Company, USA.
12. Colbert, H. E., 1955. *Evolution of the vertebrate*. John Wiley & Sons, Inc.
13. Dermitzakis, M.D. and Sondaar, P.Y. 1979. The importance of fossil mammals in reconstruction paleogeography with special reference to the Pleistocene Agean Archipelago. *Ann. Geol. Hellen. Athenes*, 46: 808- 840.
14. De Vos, J., Aziz, F., Setiabudi, E., Van Den Bergh, G.D. and Patrani, E. Y., 2004. A new vertebrate fossil locality near Sumberdadi, Mojokerto, East Java, Indonesia. *Cour. Forsch-Inst. Senckenberg*, 259: 175-180.
15. De Vos, J., Sartono, S., Hardja-Sasmita, S. & Sondaar P.Y., 1982. The fauna from Trinil, typelocality of Homo erectus; a reinterpretation. *Geologie en Mijnbouw*, 61: 207-211.
16. Dubois, E., 1894. *Pithecanthropus erectus, Eine Menschaehnliche*

- Übergangsform aus Java. Landesdruckerei, Batavia:1-39.
17. Leinders, J. J. M., Aziz, F., Sondaar, P.Y. and De Vos, J.1985. The age of the hominid-bearing deposits of Java: state of the art. *Geol. Minjbouw*, 64: 167-173.
 18. Maringer, J. and Verhoeven, Th., 1970. Die Steinarfakte aus der Stegodon-Fossilschicht von Mengeruda auf Flores, Indonesia. *Anthropos* 65: 229-247.
 19. Morwood, M.J., Aziz, F., Sondaar, P.Y. and De Vos, J. 1997. Stone artefacts from the 1994 excavation at Mata Menge. West Central Flores., Indonesia. *Australian Archaeology* 44: 26 -34
 20. Morwood, M. J., Aziz, F., O’Sullivan, P. B., Nasruddin, Hobbs, D. R., and Raza, A., 1999. Archaeological and Palaeontological Research in Central Flores, East.
 21. Morwood, M. J., O’Sullivan, P. B., Aziz, F., and Raza, A., 1998. Fission – Track ages of stone tools and fossils on the East Indonesian Island of Flores. *Nature*, 392: 173 – 176.
 22. George, W.,1981. Wallace and His Line. In: Whitmore, T.C. (ed), *Wallace’s line and plate tectonics*. Clarendon Press Oxford, 1981, 1-91.
 23. Reumer, J.W.F and John de Vos, 1999. Elephants Have a Snorkel: Papers in Honour of Paul Y. Sondaar, Natural History Museum, 1 – 422.
 24. Simpson, G. G., 1965.: 1-249. Chilton Books, New York.
 25. Sondaar, P. Y., 1984. Faunal evolution and the mammalian biostratigraphy of Java. *Courier Forschungs- Institut Senckenberg* , 69: 219-235
 26. Sondaar, P. Y., Van den Bergh, G. D., Mubroto, B., Aziz, F., De Vos, J., and Batu, U. L., 1994. Middle Pleistocene Faunal turn over and colonization of Flores. *Human Paleontology, C.R. Acad. Sci. Paris, t. 319, Series II: 1255 - 1262*.
 27. Strom, P., Aziz, F., Vos, J. de, Dikdik, K., Baskoro, S., Ngaliman and Hoek-Ostende, L.W., van den, 2005. Late Pleistocene Homo sapiens`in a Tropical Rainforest Fauna in East Java. *Journal Human Evolution* 49:536-545.
 28. Van Den Bergh, G. D., Aziz, F., Sondaar, P. Y., and De Vos, J., 1994. The First Stegodon fossils from Central Sulawesi and new advanced Elephas species from South Sulawesi. *Bulletin Geological Research and Development Centre*, 17: 22 – 49.
 29. Van Den Bergh, G. D. and Aziz, F., 1991. Fossil vertebrate from Wallanae Formation and younger Pleistocene deposits, South Sulawesi. *Geol. Surv. News Letter No. 9 Vol. 77 – 79*.
 30. Van Der Maarel, F.H. 1932. Contribution to the knowledge of the fossil mammalian fauna of Java. *Weten. Med., Dienst, Ned. Indie*, 15: 1 -208.
 31. Von Koenigswald G.H.R., 1934. Zur stratigraphy des javanischen Pleistocan. *De Ing. In Ned. Indie*, 1 (4): 185-201.
 32. Von Koenigswald, G.H.R., 1935. Over Enkele Fossile Zoogdierren van Java. *Tijdschrift Van Het Konin. Ned. Akads Gen.* 439-543.
 33. Von Koenigswald G. H. R., 1935b. Die fossilen Säugetier, faunen Javas: *Proc. Kon. Ned, Akad. Wet.*, 38: 188-198.
 34. Watanabe, N., and Kadar, D. (eds). 1985. Quaternary Geology of the Hominid Fossil Bearing Formations in Java. *Geological Research and Development Centre, Special Publication*, 4: 1-378.





ATLAS FOSIL VERTEBRATA

ATLAS OF VERTEBRATE FOSSILS

Penelitian fosil vertebrata oleh Pusat Survei Geologi dilakukan sejak Pemerintahan Hindia Belanda, yang ketika itu masih bernama Dienst van den Mijnwezen (1850 – 1922). Sejak 1922 lembaga ini berubah menjadi Dienst van den Mijnbouw. Penelitian berlanjut sampai sekarang, bekerjasama dengan berbagai institusi dari luar negeri.

Seluruh hasil penelitian itu disimpan di Museum Geologi Bandung, yang sekarang berada di bawah Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Atlas ini memaparkan koleksi Fosil Vertebrata hasil penelitian periode 1980-2015, yang ketika itu masih bernama Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi.

Research on vertebrate fossils by the Centre of Geological Survey was carried out since the Dutch East Indies Government, which at that time still known as Dienst van den Mijnwezen (1850 – 1922). Since 1922 this institution has changed into Dienst van den Mijnbouw. The research continues today in collaboration with various institution from abroad.

All the research results are stored in Geological Museum, which is now under the Geological Agency, Department of Energy and Mineral Resources. This atlas describes collection of vertebrate fossils as a result of research from the 1980-2015, which at that time was still called the Geological Research and Development Centre.

