

STUDI PALEOEKOLOGI FORMASI PUCANGAN BAGIAN BAWAH BERDASARKAN ANALISA FOSIL MOLUSKA DAERAH SUMBERAJI DAN SEKITARNYA KABUPATEN JOMBANG, PROVINSI JAWA TIMUR

Andi Maulana¹⁾ Bambang Sunarwan ²⁾ Mohammad Syaiful³⁾
Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan

ABSTRAK

Paleoekologi merupakan cabang ilmu ekologi atau studi tentang hubungan antara organisme dengan lingkungan tempat hidup di masa lampau. Paleoekologi sangat berhubungan dengan geologi dan biologi. Paleoekologi dapat menjelaskan sejarah perjalanan sedimentasi yang di dasari oleh fosil tumbuhan atau hewan yang ter sedimentasikan dan terlitifikasi ditubuh batuan. Pada perkembangannya paleoekologi dapat membantu menjelaskan sejarah geologi dengan lebih baik dan terperinci.

Kandungan fosil yang cukup melimpah dapat dijumpai di tubuh batuan Formasi Pucangan. Sampel yang mengandung fosil moluska di ambil. Beberapa sampel tersebut kemudian dianalisa dan dideterminasi sesuai kaidah paleontologi. Ditambah dengan kandungan fosil moluska yang masih menempel pada batuan. Analisa stratigrafi dan kandungan fosil moluska digabungkan untuk menghasilkan kesimpulan paleoekologi dan sedimentologi dari masing-masing lokasi pengambilan sampel.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keanekaragaman kandungan moluska di Formasi Pucangan bagian bawah dan menentukan paleoekologi serta sejarah sedimentasi berdasarkan kandungan moluska pada batuan.

Dari data dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan 2 asosiasi moluska. Berdasarkan dari ciri-ciri kedua asosiasi yaitu asosiasi *arca-ostrea* dan *arca-tarebia* Formasi Pucangan bagian bawah berada dalam satu ekologi intertidal dengan kedalaman berkisar antara 0-20 meter. Proses sedimentasi pada Formasi Pucangan bagian bawah pada mulanya berada zona *breckish-marine water* intertidal dan seiring berjalannya waktu sedimentasi semakin mendekat dengan darat yang dicirikan dengan berubahnya salinitas sehingga paleoekologi berubah menjadi *fresh-brackish water intertidal*.

Kata Kunci: Paleoekologi ; Sedimentasi; Moluska; Formasi Pucangan

ABSTRACT

Paleoecology is a branch of ecology or the study of the relationship between organisms and their living environment in the past. Paleoecology is closely related to geology and biology. Paleoecology can explain the history of sedimentation based on plant or animal fossils that have been sedimented and lithified in the rock body. In its development, paleoecology can help explain the geological history in more detail and with greater precision.

Abundant fossil content can be found in the rocks of the Pucangan Formation. Samples containing mollusk fossils were taken. Several of these samples were then analyzed and identified according to paleontological principles. Additionally, mollusk fossils still attached to the rock were included. Stratigraphic analysis and the mollusk fossil content were combined to derive paleoecology and sedimentology conclusions for each sampling location.

The purpose of this study is to identify the diversity of mollusk content in the lower Pucangan Formation and to determine the paleoecology and sedimentary history based on the mollusk content in the rocks.

From the data and analysis conducted, two mollusk associations were identified. Based on the characteristics of these two associations Arca-Ostrea and Arca-Tarebia. The lower Pucangan Formation is situated in an intertidal ecology with a depth ranging from 0-20 meters. The sedimentation process in the lower Pucangan Formation initially occurred in a brackish-marine water intertidal zone, and over time,

the sedimentation increasingly moved closer to land, marked by a change in salinity, causing the paleoecology to shift to a fresh-brackish water intertidal zone.

Keywords: *Paleoecology; Sedimentation; Mollusk; Pucangan Formation*

I. PENDAHULUAN

Rekonstruksi lingkungan purba merupakan tantangan menarik dalam ilmu kebumihant, terutama dalam memahami dinamika perubahan bumi di masa lampau. Paleoekologi, sebagai jembatan antara geologi dan biologi, menawarkan pendekatan unik untuk mengungkap teka-teki ini. Dengan menganalisis interaksi antara organisme dan lingkungan purba mereka, kita dapat menyingkap kisah sedimentasi yang tertulis dalam batuan.

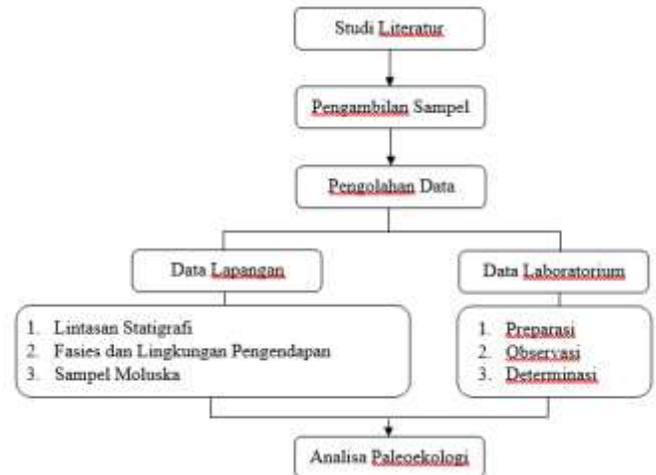
Salah satu kunci dalam paleoekologi adalah studi mendalam terhadap fosil. Di antara beragam fosil yang ditemukan, moluska memegang peranan penting karena sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan. Formasi Pucangan di daerah Sumberaji, Kabuh, dengan kelimpahan fosil moluskanya, menjadi laboratorium alam yang menjanjikan untuk penelitian ini.

Kandungan fosil yang cukup melimpah dapat dijumpai di tubuh batuan Formasi Pucangan. Namun kandungan fosil moluska tersebut belum dikaji lebih jauh mengenai paleoekologi, sehingga penggunaan data analisa fosil moluska tersebut perlu dicermati lagi. Salah satu lokasi adalah di daerah Sumberaji, Kecamatan Kabuh.

Paleoekologi dalam kaitannya dengan ilmu geologi antara lain untuk mengetahui hubungan antara fosil dengan lingkungannya (Imbrie dan Newell, 1964). yang nantinya berguna untuk mengetahui sejarah pengendapan dan lingkungan pengendapan pada saat itu (Ager, 1963). Pada akhirnya paleoekologi diharapkan dapat mengungkapkan lingkungan sedimentasi dan sejarah sedimentasi dengan lebih baik.

Metode Penelitian

Metode penelitian dihadirkan dalam bentuk diagram alir yang terdiri dari tahapan-tahapan pekerjaan yang dilakukan pada saat penelitian. Diagram alir tersebut adalah sebagai berikut:



Lokasi Penelitian

Secara geografis daerah penelitian terletak pada 06°56'03.4" LS - 07°01'29.0" LS dan - 109°15'04.0" BT - 109°18'52.1" BT. Luas daerah penelitian 7 km x 7 km = 49 km², termasuk ke dalam Peta Geologi Regional tahun 1983 Lembar Mojokerto dengan skala 1:100.000 terbitan Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi Bandung oleh Y. Noya, T. Suwanti, L. Sarmili dan Suharsono. Peta Rupa Bumi Indonesia terbitan Bakosurtanal Lembar Ploso 1508-612 dan Lembar Ngimbang 1508-614.

Daerah penelitian secara administratif termasuk kedalam wilayah Kabupaten Jombang dan Lamongan. Daerah penelitian termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Lamongan yang terdiri atas Kecamatan Mantup dan terbagi ke dalam lima desa yaitu Desa Kedungmentawar, Desa Ganggangtingan, Desa Mendogo, Desa Kedungjero dan Desa Lamongrejo serta termasuk ke dalam Kabupaten Jombang yang terdiri dari Kecamatan Kabuh meliputi Desa Karangpakis, Desa Sukorame, Desa Menduro, Desa Sukodadi dan Desa Pengampon.

Geologi Umum

Daerah penelitian termasuk ke dalam fisiografi Zona Kendeng pada fisiografi Jawa bagian Timur

van Bemmelen (1949). Zona Kendeng merupakan antiklinorium yang memanjang mulai dari Semarang yang kemudian menyempit ke arah timur sampai ujung Jawa Timur di bagian utara. Kendeng merupakan jalur anjakan atau perbukitan berarah barat-timur (Gambar 1.1).

Berdasarkan penelitian Van Bemmelen disimpulkan bahwa pegunungan kendeng telah mengalami pelipatan dan pengangkatan sebanyak tiga kali, yaitu pelipatan yang berkaitan dengan collapse yang dialami geantiklin jawa, vulkanik di zona solo, dan pengangkatan karena dorongan magma dari dalam. Jalur Kendeng batuan pembentuknya terdiri atas Sekuen dari volkanogenik dan sedimen pelagik atau endapan vulkanik, batupasir, batulempung, dan napal.

Secara geomorfologi daerah Kabuh dan sekitarnya termasuk ke dalam bentangalam perbukitan yang dikontrol oleh struktur lipatan berupa antiklin dan sinklin serta struktur sesar berupa sesar naik.

Stratigrafi

Berdasarkan hasil analisa lapangan berupa pengolahan, pengamatan, pengukuran, pemerian batuan-batuan yang tersingkap di daerah penelitian dan hasil dari analisa laboratorium, maka dapat disimpulkan bahwa tatanan stratigrafi yang ada di daerah penelitian dapat dibagi menjadi tiga satuan batuan yang dibandingkan dengan stratigrafi regional Noya, Y. Dkk (1983), dengan urutan batuan dari yang tertua hingga termuda adalah sebagai berikut; Satuan Batuan Perselingan Batupasir, Tuf dan Batugamping (Formasi Sonde). Satuan Batuan Perselingan Batupasir dan Batulempung sisipan Batugamping (Formasi Lidah). Satuan Batuan Konglomerat Sisipan Breksi dan Batupasir Formasi Pucangan (Tabel 1.1).

Pada proses sedimentasi Satuan Batuan Konglomerat Sisipan Breksi dan Batupasir (Formasi Pucangan) pada bagian bawah dicirikan oleh perselingan antara batupasir dengan ukuran butir pasir halus hingga pasir kasar memiliki ketebalan berkisar 1-20 cm dan batulempung karbonan dengan ketebalan 1-10 cm. Struktur sedimen yang teramati adalah perlapisan sejajar dan laminasi sejajar dengan membentuk pola menebal ke atas (thickening upward) dan mengasar ke atas (coarsening upward). Pada bagian bawah Satuan Batuan Konglomerat Sisipan Batupasir dan Breksi terdapat akumulasi moluska yang cukup

banyak jejak cangkang moluska. Fasies ini sering disebut ke dalam fasies batulempung Duyfjes (1938).

Bagian atas satuan dicirikan oleh perselingan antara batupasir dengan ukuran pasir sedang hingga pasir sangat kasar dan batugamping dengan konstituen bioklastik dengan ukuran pasir halus dengan ketebalan batupasir berkisar antara 5-50 cm dan konglomerat dengan fragmen berupa batuan beku dan batupasir dengan tebal 20-200 cm. Disisipi oleh batuan breksi dengan fragmen batuan beku dan batupasir dengan ketebalan 20-120 cm. Struktur sedimen yang terbentuk yaitu perlapisan sejajar, convolute, silang siur dengan pola mengasar ke atas (coarsening upward) dan menebal ke atas (thickening upward). kondisi singkapan umumnya lapuk hingga cukup segar. Fasies ini sering disebut ke dalam fasies vulkanik Duyfjes (1938).

Fosil foraminifera penelitian didapatkan umur pengendapan pada kala Plistosen (N21-N22) dengan lingkungan pengendapan berupa zona transisi.

Tektonik dan Struktur Geologi

Pulau Jawa, sebagai laboratorium tektonik aktif, menyimpan catatan evolusi struktur geologi yang kompleks dan dinamis. Secara umum, ada tiga arah pola umum struktur yaitu arah timurlaut-baratdaya (NE-SW) yang disebut pola Meratus, arah utara-selatan (N-S) yang disebut pola Sunda dan pola Jawa dengan arah barat-timur (E-W). Perubahan jalur penunjaman berumur Kapur yang berarah timurlaut - baratdaya (NE-SW) menjadi relatif barat-timur (E-W) sejak kala Oligosen sampai sekarang telah menghasilkan tatanan geologi Tersier di Pulau Jawa yang sangat rumit. Kerumitan tersebut dapat terlihat pada unsur struktur Pulau Jawa dan daerah sekitarnya (Soejono Martodjojo dan Pulunggono, 1994) (Gambar 2.1).

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, pengukuran unsur-unsur struktur geologi berupa bidang sesar, gores garis, ketidak teraturan kedudukan perlapisan batuan dan didukung oleh penafsiran peta topografi berupa kelurusan bukit, kelurusan sungai, maka struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian adalah: lipatan dan sesar. Adapun struktur geologi yang terbentuk di daerah penelitian diantaranya; Lipatan Antiklin

Ngimbang. Lipatan Sinklin Kabuh. Sesar Naik Sumberaji.

Paleoekologi

Lingkungan pengendapan, sebagai arsip alam yang merekam kondisi permukaan bumi purba, merupakan hasil interaksi kompleks antara proses biologi, fisika, dan kimia. Setiap lingkungan, dari dataran banjir hingga laut dalam, memiliki ciri khas yang tercermin dalam akumulasi sedimennya. Hubungan dari beberapa parameter tersebut dapat menghasilkan tipe sedimentasi yang berbeda atau mewakili fasies dari kondisi lingkungan yang berbeda (Gambar 1.3). Suatu studi tentang fasies sedimentasi yang terekam pada batuan dapat menginterpretasikan kondisi saat itu pada waktu pembentukan pengendapan (Ali dkk, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model interpretasi lingkungan pengendapan yang lebih komprehensif, dengan fokus pada analisis kuantitatif fasies sedimentasi dan rekonstruksi paleoekologi.

Fasies dan Lingkungan Pengendapan

Menurut Selley (1985) fasies adalah pengelompokan batuan sedimen yang dapat didefinisikan dan dibedakan dari batuan lainnya berdasarkan geometri, litologi, struktur sedimen, arah arus purba dan fosil. Fasies sedimen mencirikan lingkungan pengendapannya, karena proses pengendapan batuan sedimen pada suatu lingkungan dikontrol oleh faktor fisika, kimia dan biologi yang berbeda. Dengan demikian, studi fasies pada dasarnya dapat digunakan untuk melakukan interpretasi lingkungan pengendapan Selley (1985).

Lingkungan pengendapan dari suatu proses sedimentasi dibedakan menjadi empat bagian besar yaitu lingkungan pengendapan darat (*Continental environment*), transisi (*Marginal-marine environment*), laut dangkal (*Siliclastic marine environment*) dan laut dalam (*Deep marine environment*) Boggs (1995).

Moluska

Moluska merupakan hewan tidak bertulang belakang (invertebrata). Moluska adalah hewan dengan tubuh lunak namun untuk beberapa jenis moluska memiliki tubuh yang dilindungi oleh

cangkang keras yang terbentuk dari zat gampingan (CaCO_3). Penyebaran moluska tersebar sangat luas dan hidup di air tawar, air payau hingga air laut.

Salinitas

Kebanyakan mikrofauna hidup pada laut dengan salinitas normal. Secara umum, pada keadaan yang normal mikrofauna dapat berkembang dengan pesat. Tetapi pada keadaan yang berbeda, mereka segera mati atau terhambat perkembangannya. Walaupun demikian beberapa spesies dapat mempertahankan hidupnya pada salinitas yang ekstrim. Beberapa istilah yang berhubungan dengan salinitas/kadar garam, sering dijumpai pada literatur yang membahas tentang ekologi mikrofosil, diantaranya sebagai berikut; Air tawar atau fresh water mempunyai salinitas $<0,50\%$. Air payau atau brackish water, mempunyai salinitas $0,5 - 30\%$. Air Laut atau marine water, mempunyai salinitas $30 - 40\%$. Hipersaline, mempunyai salinitas $40 - 80\%$

II. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sedimentologi

Pada Lintasan Pengamatan Stratigrafi Kali Kabuh (Gambar 2.1) Formasi Pucangan pada bagian bawah dicirikan oleh perselingan antara batupasir dengan ukuran butir pasir halus hingga pasir kasar memiliki ketebalan berkisar 1-20 cm dan batulempung karbonan dengan ketebalan 1-10 cm. Struktur sedimen yang teramati adalah perlapisan sejajar, laminasi sejajar dan bioturbasi dengan membentuk pola menebal ke atas (*thickening upward*). Pada bagian bawah Satuan Batuan Konglomerat Sisipan Batupasir dan Breksi terdapat akumulasi moluska yang cukup banyak.

Di bagian atas Formasi Pucangan diendapkan secara selaras breksi dan konglomerat dengan ketebalan sekitar 1-200 cm. Breksi dan konglomerat ini dicirikan oleh warna abu-abu, dengan fragmen berukuran butir kerikil sampai bongkah, dengan matrik berukuran pasir sedang, serta kemas terbuka. Komposisi fragmen tersusun oleh batuapung, batulempung, dan batuan beku. Struktur sedimen yang terlihat yaitu perlapisan sejajar, silang-siur, *graded bedding* dan masif.

Pada Lintasan Pengamatan Stratigrafi Kali Wadung (Gambar 2.2) Formasi Pucangan pada bagian bawah dicirikan oleh perselingan antara batupasir dengan ukuran butir pasir halus hingga pasir kasar memiliki ketebalan berkisar 2-50 cm dan batulempung karbonan dengan ketebalan 1-30 cm. Struktur sedimen yang teramati adalah perlapisan sejajar dan laminasi sejajar dengan membentuk pola menebal ke atas (thickening upward) serta dijumpai akumulasi moluska yang cukup banyak.

Di bagian atas Formasi Pucangan diendapkan secara selaras breksi dan konglomerat dengan ketebalan sekitar 1-200 cm. Breksi dan konglomerat ini dicirikan oleh warna abu-abu, dengan fragmen berukuran butir kerikil sampai bongkah, dengan matrik berukuran pasir sedang, serta kemas terbuka. Komposisi fragmen tersusun oleh batuapung, batulempung, dan batuan beku. Struktur sedimen yang terlihat yaitu perlapisan sejajar, silang-siur, graded bedding dan masif.

Fasies Pengendapan dan Lingkungan Pengendapan

Pada bagian bawah Formasi Pucangan yang diisi perselingan batulempung dengan batupasir yang termasuk ke dalam fasies perselingan batupasir dan batulempung. Duyfjes (1938) menyimpulkan bahwa bagian bawah Formasi Pucangan ke dalam fasies lempungan. Batulempung yang dijumpai berwarna abu-abu kehitaman, masif, dengan lensa-lensa batupasir. Batupasir yang dijumpai berwarna abu-abu, berukuran butir pasir halus- pasir kasar dengan struktur sedimen berupa laminasi sejajar, perlapisan sejajar dan bioturbasi. Berdasarkan analisa struktur sedimen, pola menebal ke atas kandungan fosil cangkang dan litofasies yang ada, maka lingkungan pengendapan ini diendapkan pada lingkungan interdistributary bay yang berada di lower deltaic plain Boggs (1995).

Di atas fasies perselingan batulempung dengan batupasir diendapkan secara selaras fasies konglomeratan yang terdiri dari breksi dan konglomerat dengan ketebalan sekitar 20-400 cm. Breksi ini dicirikan oleh warna abu-abu, struktur sedimen masif, dengan fragmen berukuran butir kerikil sampai bongkah, dengan matrik berukuran pasir sedang-kasar, serta kemas terbuka, terpilah buruk. Komposisi fragmen tersusun oleh batuapung, batulempung, dan batuan beku. Duyfjes (1938) dan Noya, dkk. (1992) memasukkan satuan

batuan ini ke dalam Formasi Pucangan fasies vulkanik. Berdasarkan analisa struktur sedimen, litofasies dan tidak terkandungnya fosil baik itu fosil cangkang ataupun foraminifera, maka lingkungan pengendapan bagian atas Formasi Pucangan adalah sungai/fluviial atau non-marine (Gambar 2.3).

Fosil Moluska

Pada bagian bawah yaitu sampel LPF-01 secara stratigrafi dapat dikorelasikan dengan bagian bawah Formasi Pucangan di lintasan Kali Kabuh dengan litologi berupa perselingan batupasir dan batulempung. Kandungan fosil moluska yang dijumpai pada sampel ini baik dari jumlah spesiesnya, maupun kelimpahan dari masing-masing spesies tidak banyak (Tabel 2.1). *Arca scalarina* dan *Ostrea sp.* merupakan spesies terbanyak pada sampel ini dengan tingkat kelimpahan sangat banyak. Spesies lain yang dijumpai berada dalam tingkat kelimpahan kurang antara lain *Tridacma maxima*, *Dentalium sp.*, *Nerita articulata* dan lain-lain.

Di bagian atas lokasi pengamatan LPF-01 terdapat lokasi pengambilan sampel LPF-02 secara stratigrafi dapat dikorelasikan dengan bagian bawah Formasi Pucangan di lintasan Kali Wadung dengan litologi berupa perselingan batupasir dan batulempung. Kandungan fosil moluska yang dijumpai pada sampel ini baik dari jumlah spesiesnya, maupun kelimpahan dari masing-masing spesies tidak banyak (Tabel 2.2). *Arca scalarina sp.* merupakan spesies terbanyak pada sampel ini dengan tingkat kelimpahan sangat banyak. Spesies lain yang dijumpai berada dalam tingkat kelimpahan cukup diantaranya *Ostrea vectensis* dan *Ostrea edulis*. Sedangkan spesies dengan tingkat kelimpahan kurang antara lain *Tridacma maxima*, *Polymesoda bengalensis*, *Nerita articulata* dan lain-lain.

Di bagian atas lokasi pengamatan LPF-02 terdapat lokasi pengambilan sampel LPF-03 secara stratigrafi dapat dikorelasikan dengan bagian bawah Formasi Pucangan di lintasan Kali Wadung dengan litologi berupa perselingan batupasir dan batulempung. Kandungan fosil moluska yang dijumpai pada sampel ini baik dari jumlah spesiesnya, maupun kelimpahan dari masing-masing spesies tidak banyak (Tabel 2.3). *Tarebia sp.* merupakan spesies terbanyak pada sampel ini

dengan tingkat kelimpahan sangat banyak. Spesies lain yang dijumpai berada dalam tingkat kelimpahan cukup diantaranya *Arca scalarina*, *Indothias gradata* dan *Ostrea sp.* Sedangkan spesies dengan tingkat kelimpahan kurang antara lain *Tridacma maxima*, *Collumbela scripta*, *Gibberus vitata* dan lain-lain.

Di bagian atas lokasi pengamatan LPF-03 terdapat lokasi pengambilan sampel LPF-04 secara stratigrafi dapat dikorelasikan dengan bagian bawah Formasi Pucangan di lintasan Kali Wadung dengan litologi berupa perselingan batupasir dan batulempung. Kandungan fosil moluska yang dijumpai pada sampel ini baik dari jumlah spesiesnya, maupun kelimpahan dari masing-masing spesies tidak banyak (Tabel 2.4). *Tarebia sp.* merupakan spesies terbanyak pada sampel ini dengan tingkat kelimpahan sangat banyak. Spesies lain yang dijumpai berada dalam tingkat kelimpahan cukup diantaranya *Arca scalarina*, *Indothias gradata* dan *Ostrea sp.* Sedangkan spesies dengan tingkat kelimpahan kurang antara lain *Tridacma maxima*, *Collumbela scripta*, *polymesoda bengalensis* dan lain-lain.

Analisa Data

Setelah proses determinasi moluska yang ada, moluska dikelompokkan menjadi suatu asosiasi didasarkan pada kelimpahan dari kandungan fosil moluska. kemudian ditentukan paleoekologi dari masing-masing asosiasi tersebut. Penentuan paleoekologi lebih didasarkan pada metode paleosynecology dari asosiasi moluska yang ada ditunjang dengan data sedimentologi. Paleosynecology merupakan asosiasi makhluk hidup yang membentuk kelompok atau komunitas di suatu habitat. Terdapat dua asosiasi moluska yang ditemukan pada Formasi Pucangan bagian bawah yaitu *Asosiasi Arca-Ostrea* dan *Asosiasi Tarebia-Arca*.

Asosiasi *Arca-Ostrea*

Asosiasi *Arca-Ostrea* didominasi dengan kemunculan genus *Arca*, *Ostrea*, *Tridacma* dan dalam jumlah sedikit berupa spesies *Dentalium sp.*, *unio solandri* dan *gibberus vittata*. Dari analisa taksa yang dominan tersebut genus *arca* atau *anadara* hidup pada zona intertidal dengan batas hidup 0-10 meter, dengan kondisi habitat terkubur di dalam pasir atau lumpur. Sedangkan genus *ostrea* dan *tridacma* hidup di zona *low intertidal-*

subtidal (Gosling, 2003). Dijumpai sedikit fosil *Indothias gradata* yang memiliki habitat bebatuan yang mampu hidup di lingkungan intertidal hingga supratidal.

Lingkungan sedimentasinya terbentuk pada zona dengan intensitas arus yang lemah atau suspensi, yang dicirikan dengan terbentuknya perselingan batulempung dan batupasir dengan struktur sedimen laminasi sejajar, paralel laminasi dan bioturbasi (Boggs, 1995). Masih adanya kandungan karbonat pada batulempung menunjukkan bahwa lingkungan sedimentasi berada di bawah permukaan air laut. Berdasarkan analisa stratigrafi lingkungan pengendapan asosiasi ini berada pada *interdistributary bay-lower deltaic plain*.

Asosiasi *Arca-Tarebia*

Asosiasi *Arca-Tarebia* didominasi dengan kemunculan genus *Arca* dan *Tarebia*. Dalam jumlah sedikit berupa spesies *sellia sp.*, *ostrea sp.* dan *Cymantium vespacum*. Dari analisa taksa yang dominan tersebut genus *arca* atau *anadara* hidup pada zona intertidal dengan batas hidup 0-10 meter, dengan kondisi habitat terkubur di dalam pasir atau lumpur. Sedangkan genus *tarebia* hidup di zona supratidal-darat. Dijumpai sedikit fosil *ostrea* yang memiliki habitat di lingkungan *low intertidal-subtidal*.

Lingkungan sedimentasinya terbentuk pada zona dengan intensitas arus yang lemah atau suspensi, yang dicirikan dengan terbentuknya perselingan batulempung dan batupasir dengan struktur sedimen laminasi sejajar, paralel laminasi dan bioturbasi (Boggs, 1995). Masih adanya kandungan karbonat pada batulempung menunjukkan bahwa lingkungan sedimennya berada pada di bawah permukaan air laut. Berdasarkan analisa stratigrafi lingkungan pengendapan asosiasi ini berada pada *interdistributary bay-lower deltaic plain*.

Salinitas

Salinitas ditentukan berdasarkan asosiasi moluska, fosil moluska yang dominan terdapat di batuan dapat menentukan salinitas air pada masa lampau. Genus *Arca* atau *Andara*, cenderung hidup di kadar salinitas sebesar 0,5-30 ‰ water. Sedangkan *Ostrea* dan *Tridacma* berada pada zona *marine water* (Parker, 1956). Maka asosiasi *arca-ostrea* memiliki tingkat salinitas air di lingkungan

brackish-marine water atau peralihan antara air payau dan air laut.

Sedangkan salinitas untuk asosiasi *arca-tarebia* berada pada zona *fresh-brackish water*. Hal tersebut diperkuat dengan data genus *Tarebia* menurut Parker (1956) hidup berada di dekat zona air sungai fresh water dengan kadar salinitas > 0,50 ‰ dan genus *Arca* atau *Andara*, cenderung hidup di kadar salinitas sebesar 0,5-30 ‰ atau pada zona *brackish water*.

Paleoekologi

Berdasarkan dari ciri-ciri kedua asosiasi yaitu asosiasi *arca-ostrea* dan *arca-tarebia* Formasi Pucangan bagian bawah berada dalam satu ekologi intertidal dengan kedalaman berkisar antara 0-20 meter. Sedangkan terdapat dua tingkatan salinitas air, pada asosiasi *arca-ostrea* tingkat salinitas berada pada zona *brackish-marine water*. Sedangkan pada asosiasi *arca-tarebia* tingkat salinitas berada pada zona *fresh-brackish water*. Oleh karena itu, lingkungan paleoekologi saat proses sedimentasi pada Formasi Pucangan bagian bawah pada mulanya berada zona *brackish-marine water intertidal* dan seiring berjalannya waktu sedimentasi semakin mendekat dengan darat yang dicirikan dengan berubahnya salinitas sehingga paleoekologi berubah menjadi *fresh-brackish water intertidal* (Tabel 2.5).

Sejarah Sedimentasi

Formasi Pucangan di daerah penelitian diendapkan pertama kali pada Kala Pleistosen. Pada awalnya bagian bawah Formasi Pucangan terbentuk di paleoekologi *brackish-marine intertidal* seiring berjalannya waktu sedimentasi semakin mendekat dengan darat yang dicirikan dengan menurunnya tingkat salinitas sehingga paleoekologi berubah menjadi *fresh-brackish water intertidal*. Lingkungan pengendapan Formasi Pucangan bagian bawah berada di lingkungan *interdistributary bay-lower delta plain*, di mana salinitas *delta plain* pada umumnya berada pada zona *brackish-marine water* (Coleman dan Gagliano, 1964) (Tabel 2.5). yang dicirikan dengan litofasies berupa perselingan batulempung dan batupasir, struktur sedimen berupa laminasi sejajar, bioturbasi dan cangkang moluska dengan jumlah yang cukup melimpah.

Di bagian atas Formasi Pucangan data moluska tidak ditemukan, namun berdasarkan kajian struktur sedimen dan litofasies berupa konglomeratan, maka diperkirakan Formasi Pucangan bagian atas terbentuk pada lingkungan pengendapan darat (*continental*) dengan paleoekologi berupa sungai (Tabel 2.6).

proses pengendapan pada Formasi Pucangan semakin ke atas berdasarkan tingkat salinitas air menurun, keterdapatannya fosil moluska dan mengasarnya material-material sedimentasi (progradasi) mencirikan pola sedimentasi regresi. Regresi adalah keadaan di mana pasokan sedimen lebih cepat dibandingkan dengan laju penurunan cekungan, sehingga permukaan air laut terlihat semakin surut dan akan semakin menjauh dari darat.

III. KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkapkan kondisi sedimentasi dan paleoekologi pada Formasi Pucangan di daerah penelitian, yang mencakup dua lintasan pengamatan di Kali Kabuh dan Kali Wadung. Pada bagian bawah Formasi Pucangan, terdapat perselingan batupasir dan batulempung yang menunjukkan pola pengendapan di lingkungan *interdistributary bay* pada *lower deltaic plain* dengan kondisi salinitas *brackish-marine water*. Fosil moluska yang ditemukan, seperti genus *Arca*, *Ostrea*, dan *Tridacna*, mendukung interpretasi ini yang menunjukkan habitat intertidal dengan salinitas yang bervariasi.

Secara keseluruhan, Formasi Pucangan mengalami proses sedimentasi dari lingkungan *brackish-marine water intertidal* yang kemudian bertransformasi menuju lingkungan fluvial darat (*continental*) melalui pola sedimentasi regresi. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa salinitas air, asosiasi fosil, dan perubahan litofasies dapat digunakan sebagai indikator perubahan paleoekologi yang terjadi seiring berjalannya waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ager, D.V., 1963, **Principles of Paleocology**, McGraw-Hill Book Company, London.
- [2] Altena, C. O., van R., 1938, **The Marine Mollusc of the Kendeng Beds (East Java) Gastropods, Part I (Families Fissurellidae-**

Vermetidae inclusive), Overdr. Uit Leidsche Geologische Mededeelingen, Dool X, Leiden.

[3] Bemmelen, R.W., 1949. **The Geology of Indonesia**. The Hague, Martinus Nijhoff, vol. IA.

[4] Boggs, Sam, 1995, **Principles of Sedimentology and Stratigraphy**, 2nd, Prentice Hall, New Jersey.

[5] Darmoyo, dkk., 2001, The Sedimentology Pleistocene Volcaniclastic in The Lapindo Brantas Block, East Java, **Majalah Geologi Indonesia**, Vol. 16 no. 1, hal 15, IAGI, Jakarta

[6] Duyfjes, J., 1938, **Geologische Kaart van Java**, Dients van den Mijnbouw in Nederlandsch-Indie.

[7] Imbrie, J. & Newell, N., 1964, **Approaches to Paleoecology**, John Wiley and Sons, Inc., New York.

[8] Matsuoka, K., 1988, **Pliocene freshwater bivalves (*Lamprotula* and *Cuneopsis* : Unionidae) from the Iga Formation, Mie Prefecture, Central Japan**, Trans. Proc. Palaent. Soc. Japan.

[9] Nakagawa, T., 1998, **Miocene molluscan fauna and paleoenvironment in the Niu Mountains, Fukui Prefecture, Central Japan, Science reports**, vol. 19, section B, The Institute of Geoscience University of Tsukuba, Japan.

[10] Noya, Y. dkk., 1992, **Geologi Lembar Mojokerto, Jawa**, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, Dirjen Geologi Dan Sumberdaya Mineral, Bandung.

[11] Pandita, H., 2003, **Paleoekologi Pleistosen Zona Kendeng Jawa Timur di Daerah Jombang dan Mojokerto di Tinjau Dari Kandungan Fosil Moluska**, Thesis Magister, Dept. Teknik Geologi Prog. Pasca Sarjana, ITB, Bandung.

[12] Parker, R. H., 1956, Macro-Invertebrate Assemblages As Indicators of Sedimentary Environments in East Mississippi Delta Region, **Bulletin of The AAPG Vol. 40, No. 2**. California

[13] Pringgoprawiro, H., 1983, **Biostratigrafi dan Paleogeografi Cekungan Jawa Timur Utara, suatu pendekatan baru**, Disertasi Doktor ITB, Tidak dipublikasi, Institut Teknologi Bandung.

[14] Stanley, S.M., 1970, **Relation of Shell Form to Life habits of the Bivalvia (Mollusca)**, The Geological Society Of America, Inc, Colorado.

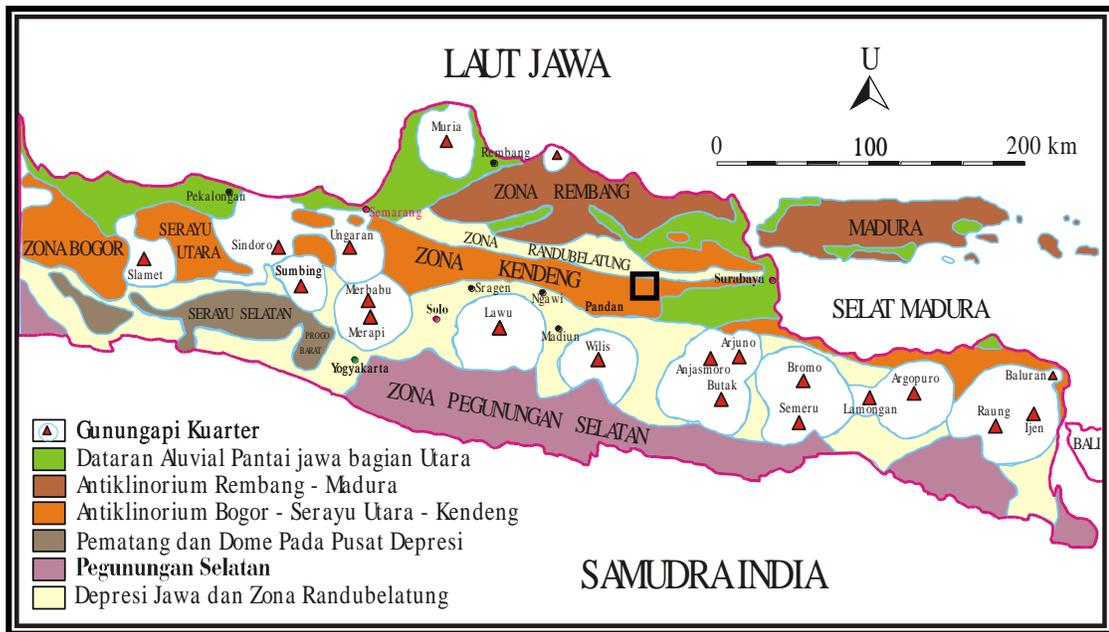
PENULIS

¹⁾ **Andi Maulana, S.T.**, Alumni (2018) Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan.

andimln.workspace@gmail.com

²⁾ **Dr. Ir. Bambang Sunarwan, M.Sc.**, Staf Dosen Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan.

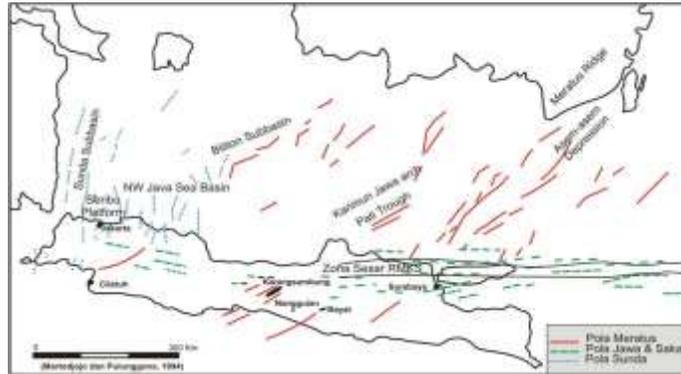
³⁾ **Dr. Ir. Mohammad Syaiful, M.Si.** Staf Dosen Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan.



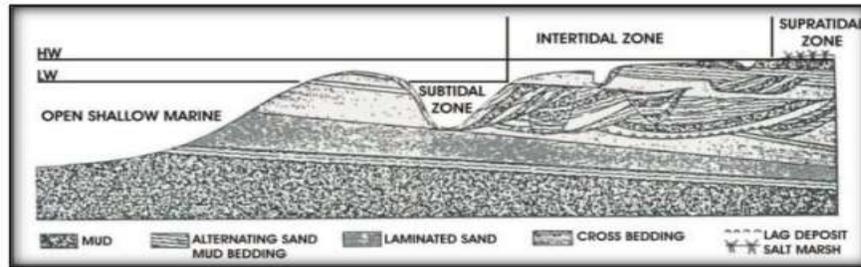
Gambar 1.1 Geologi Regional Daerah Jawa Bagian Timur

Tabel 1.1 Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian.

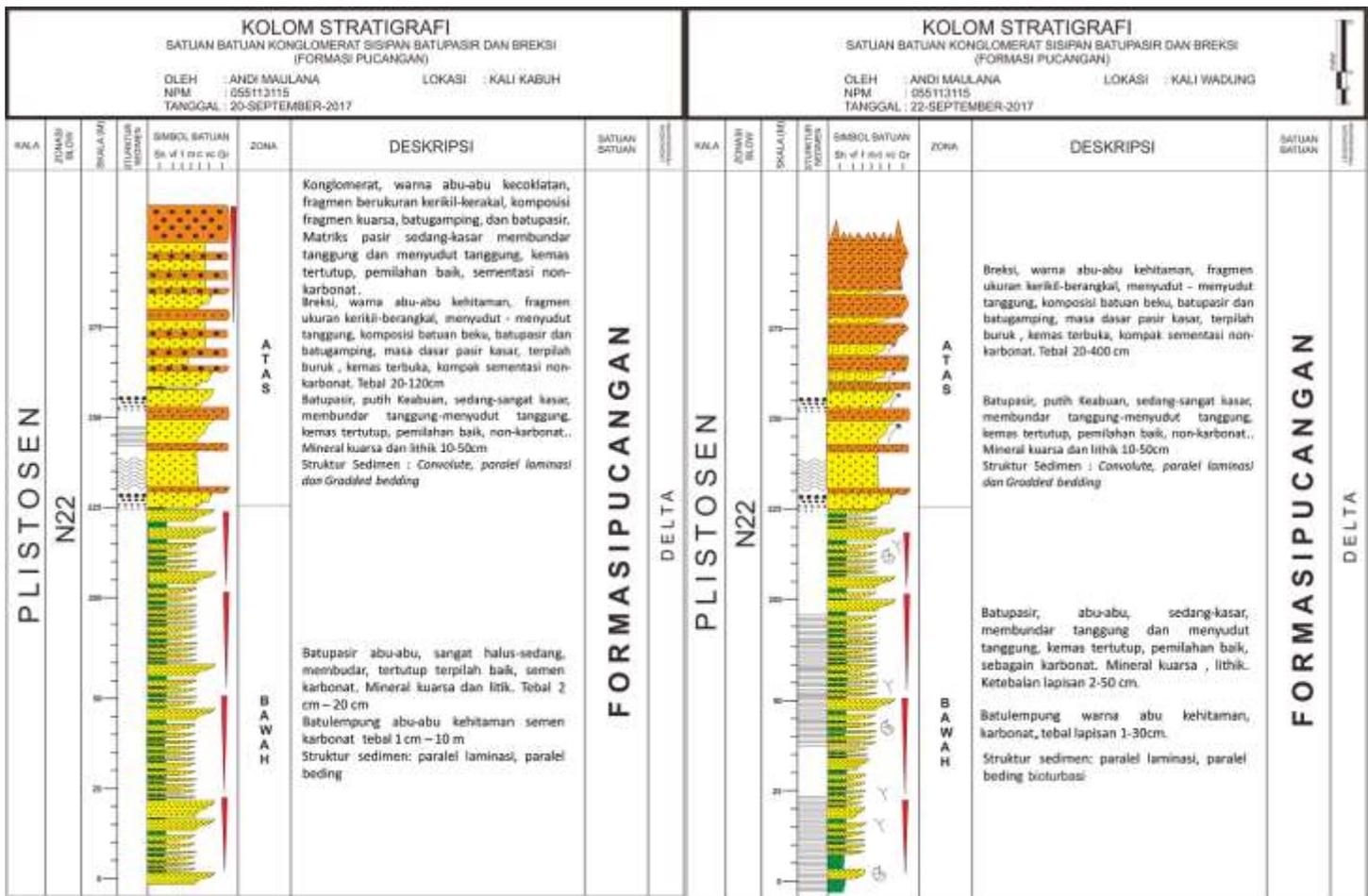
KALA	ZONASI BLOW (1969)	SIMBOL LITOLOGI	SATUAN BATUAN	T E B A L	LINGKUNGAN PENGENDAPAN	KESEBANDINGAN STRATIGRAFI Noya, F. Dkk, (1983)
HOLOSEN	N23		SATUAN ENDAPAN ALUVIAL	5 m	DARAT	
P L I S T O S E N	N22		SATUAN BATUAN KONGLOMERAT SISIPAN BATUPASIR DAN BREKSI	900 m	DELTA	FORMASI PUCANGAN
			SATUAN BATUAN PERSELINGAN BATUPASIR DAN BATULEMPING SISIPAN BATUGAMPING	340 m	LAUT DANGKAL	FORMASI LIDAH
PLIOSEN	N21		SATUAN BATUAN PERSELINGAN BATUPASIR DAN BATUGAMPING	400 m	LAUT DANGKAL	FORMASI SONDE
	N20		SATUAN BATUAN PERSELINGAN BATUPASIR DAN BATUGAMPING			



Gambar 1.2 Pola Tektonik Cekungan Jawa (Martodjojo dan Pulunggono).



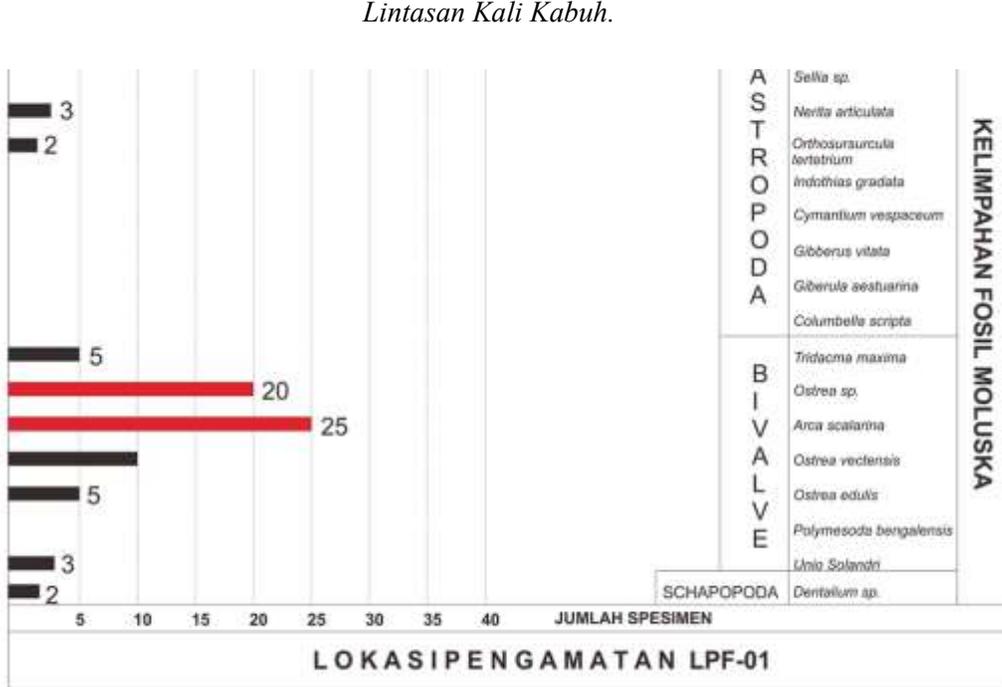
Gambar 1.3 Pembagian zona ekologi transisi dan hubungannya dengan struktur sedimen yang terbentuk.



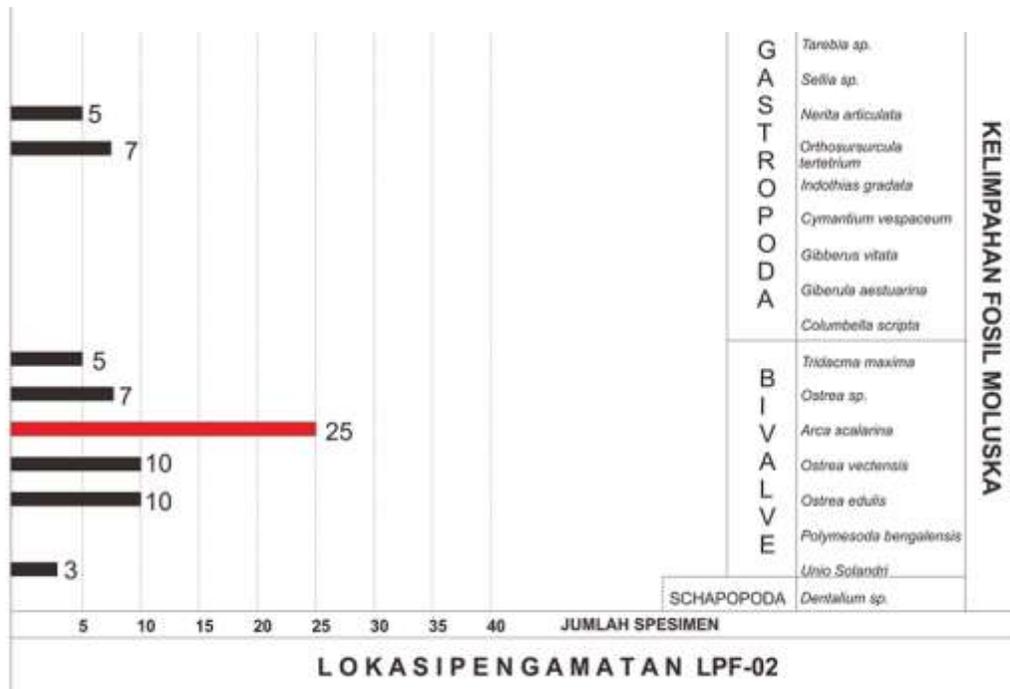
Gambar 2.1, kiri: Stratigrafi lintasan kali kabuh

Gambar 2.2, kanan: Stratigrafi Lintasan Kali Wadung

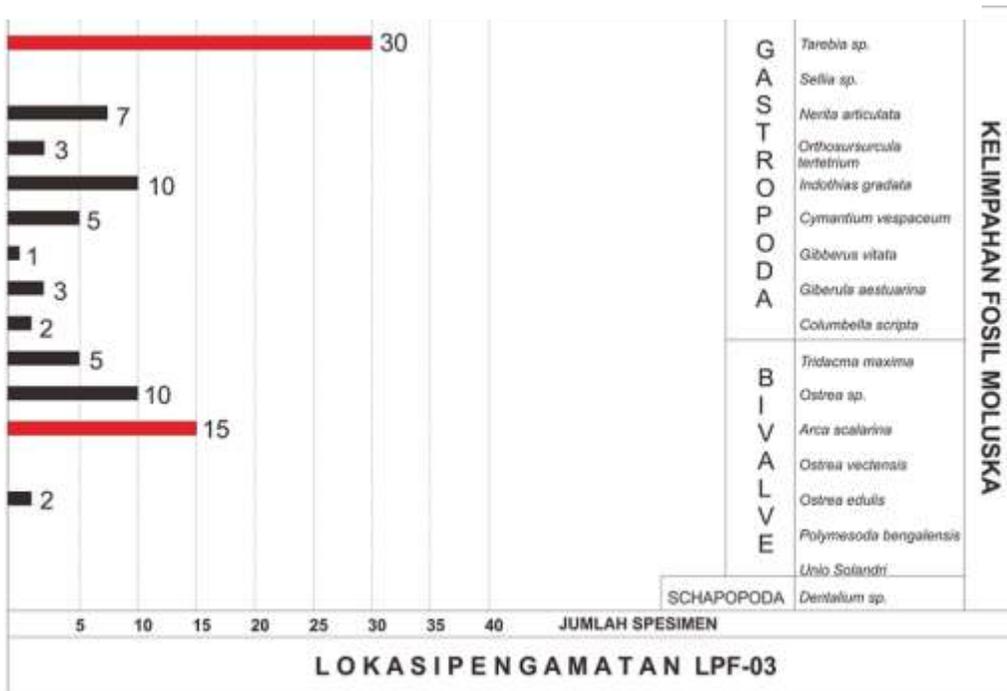
Tabel 2.1 Data Jumlah Spesimen Moluska pada Lokasi Pengamatan LPF-01 di Lintasan Kali Kabuh.



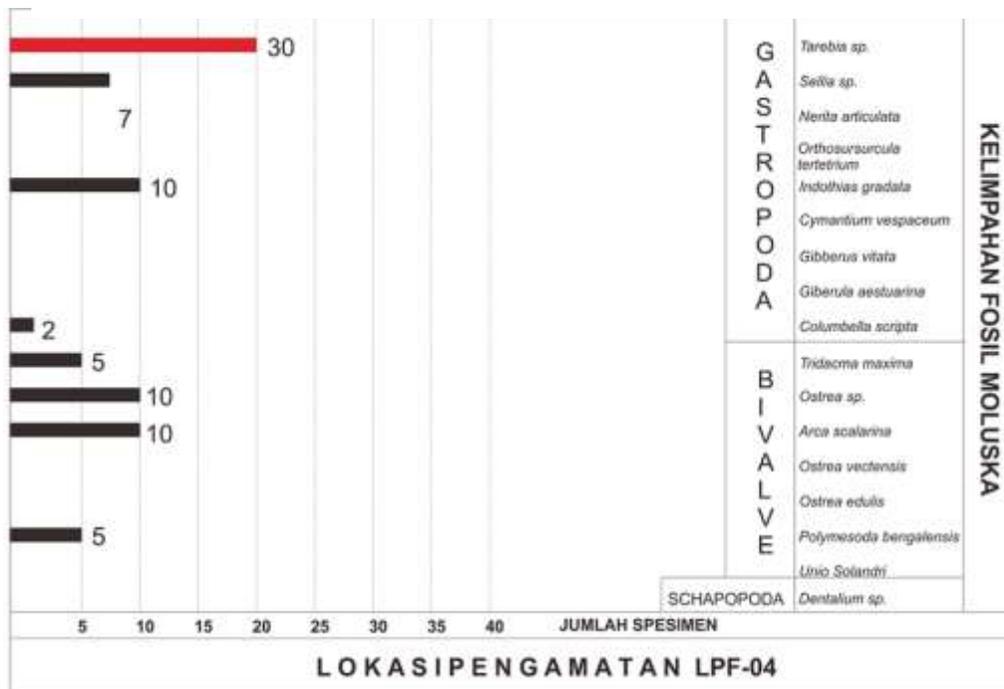
Tabel 2.2 Data Jumlah Spesimen Moluska pada Lokasi Pengamatan LPF-02 di Lintasan Kali Wadung.



Tabel 2.3 Data Jumlah Spesimen Moluska pada Lokasi Pengamatan LPF-03 di Lintasan Kali Wadung.



Tabel 2.4 Data Jumlah Spesimen Moluska pada Lokasi Pengamatan LPF-04 di Lintasan Kali Kabuh.



Tabel 2.6 Pola Regresi pada Formasi Pucangan Berdasarkan Analisa Sejarah Sedimentasi. Asosiasi Moluskan, Paleoekologi, Lingkungan Pengendapan dan Fasies.

DATA STRATIGRAFI				ASOSIASI MOLLUSKA	PALEOEKOLOGI	LINGKUNGAN PENGENDAPAN	LITOFASIES	REGRESI	TRANSGRESI		
KALA	ZONA/BLUW	SKALA (M)									
PLISTOSEN	N22	LINTASAN KALI KABUH	LINTASAN KALI WADUNG								
		0-25	25-100	100-200	200-275	ARCA-OSTREA	BRACKISH-MARINE WATER INTERTIDAL ZONE			INTERDISTRIBUTARY BAY LOWER DELTAIC PLAIN	FASIES PERSELINGN BATULEMPUNG DAN BATUPASIR
		100-150	150-200	200-250	250-275	ARCA-TAREBIA	FRESH-BRACKISHWATER INTERTIDAL ZONE				FASIES KONGLOMERATAN
		275-300	300-325	325-350	350-375						FLUVIATIK - NONMARINE