

BIOSTRATIGRAFI DAN SEDIMENTOLOGI PLIO-PLEISTOSEN DAERAH BUMIAYU - TONJONG, JAWA TENGAH

BIOSTRATIGRAPHY AND SEDIMENTOLOGY OF PLIO-PLEISTOCENE SEDIMENTARY ROCKS BUMIAYU- TONJONG REGION, CENTRAL JAVA

Akhmad Khahlil Gibran¹, Rachmad Setijadi¹, Eko Bayu Purwasatriya¹, Dimas Rizki Ananda¹, dan
Muhammad Ilham Nabil¹

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Mayjen Sungkono KM 05
Blater, Kalimanah, Purbalingga 53371, Nomor Telp (0281) 6596700, Fax (0281) 6596801

E-mail : akgibran@unsoed.ac.id, rachmad.setijadi@unsoed.ac.id, eko.purwasatriya@unsoed.ac.id,
drizki507@gmail.com, dan muhammad.nabil@mhs.unsoed.ac.id

Diterima : 26-11-2021, Disetujui : 01-07-2022

ABSTRAK

Batuan sedimen Plio-Pleistosen yang termasuk kedalam unit stratigrafi Formasi Kalibiuk, Formasi Kaliglagah, Formasi Mengger, dan Formasi Gintung. Batuan sedimen pada formasi – formasi tersebut tersebar di daerah Bumiayu - Tonjong. Penelitian formasi – formasi tersebut masih sedikit, khususnya yang membahas biostratigrafi dan paleogeografi. Tujuan penelitian ini untuk interpretasi biostratigrafi dan sedimentologi formasi – formasi tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah analisis biostratigrafi untuk penentuan umur relatif, analisis arus purba, dan pengukuran penampang stratigrafi pada keempat formasi yang dapat menjadi penentu interpretasi lingkungan pengendapan berdasarkan pendekatan analisis litofasies dan asosiasi fasies. Hasil penelitian menunjukkan adanya 9 litofasies, yaitu: Litofasies Batulempung (Fm); Litofasies Batupasir Laminasi (Sh); Litofasies Batupasir Bergoyang (Ssc); Litofasies Batupasir Silang-siur Planar (Sp); Litofasies Batupasir Silang-siur Mangkok (St); Litofasies Batupasir Silang-siur Derajat Rendah (Sl); Litofasies Batupasir Erosional (Ss); Litofasies Konglomerat Kemas Terbuka (Gcs); Litofasies Konglomerat Silang-siur Planar (Gp). Analisis biostatigrafi dan analisis litofasies menunjukkan bahwa Formasi Kalibiuk berumur Pliosen Tengan yang terendapkan pada lingkungan laut dangkal tepatnya pada lepas pantai, Formasi Kaliglagah berumur Pliosen Akhir yang terendapkan pada lingkungan laut dangkal tepatnya pada muka pantai, Formasi Mengger berumur Pleistosen Awal yang terendapkan pada lingkungan transisi tepatnya pada pantai, dan Formasi Gintung berumur Pleistosen Akhir yang terendapkan pada lingkungan darat tepatnya pada sungai teranyam. Analisis arus purba menunjukkan bahwa arah orientasi pengendapan sedimen pada formasi – formasi tersebut ke arah timur – tenggara.

Kata kunci: biostratigrafi, litofasies, paleogeografi, lingkungan pengendapan, arus purba.

ABSTRACT

The age of the Kalibiuk, Kaliglagah, Mengger, and Gintung Formations are Pliocene to Pleistocene. The sedimentary rocks in these formations are scattered between Bumiayu - Tonjong area. There is still few research on these formations, especially in discussing biostratigraphy and paleogeography. This study aims to obtain data for biostratigraphic, paleocurrents, and paleogeographic interpretations of these formations. The method used in this research is biostratigraphic analysis to determine the relative age, paleocurrents analysis, and measurement of the stratigraphic sections on the four formations that can determine the interpretation of the depositional environment based on the lithofacies analysis and facies associations. The results showed that there are nine lithofacies, namely: Claystone (Fm); Laminated Sandstone (Sh); Swaley Sandstone (Ssc); Planar Cross Bed Sandstone (Sp); Through Cross Bed

Sandstone (St); Low Angle Bed Sandstone (Sl); Scours Sandstone (Ss); Clastic Supported Conglomerate (Gcs); Planar Cross Bed Conglomerate (Gp). Biostratigraphic analysis and lithofacies analysis show that the Kalibiuk Formation in the Middle Pliocene age was deposited offshore in a shallow marine environment. The Late Pliocene Kaliglagah Formation was deposited precisely on the shoreface in a shallow marine environment. The Early Pleistocene Mengger Formation was deposited in a transitional environment, precisely at the beach. The Late Pleistocene Gintung Formation was deposited in the terrestrial environment, precisely on the braided channel fluvial. Paleocurrents analysis shows that the orientation of the sediment deposition in these formations is east - southeast.

Keyword: *biostratigraphy, lithofacies paleogeography, depositional environment, paleocurrents.*

PENDAHULUAN

Daerah Bumiayu memiliki berbagai macam penemuan fosil dan benda purba, di antaranya yaitu fosil avertebrata, vertebrata, hominid, dan artefak, yang diperkirakan berumur Pleistosen Awal hingga Pleistosen Akhir (Yudha dr., 2019; Berg dr., 1996). Penemuan fosil *Homo erectus* yang berumur 1,8 – 1,7 juta tahun atau lebih tua daripada fosil *Homo erectus* di Sangiran, yang berumur 1,5 juta tahun. Penemuan fosil tersebut mematahkan teori keluar dari Afrika (*Out of Africa*). Fosil *Homo erectus* yang ditemukan di Bumiayu berada pada Formasi Kaliglagah yang berumur 1,8 juta tahun, yang menjadikan fosil yang ditemukan sebagai fosil tertua di Pulau Jawa (Widianto dan Noerwidi, 2020).

Jamalulail dr. (2018) telah melakukan inventarisasi data geologi, paleontologi, dan arkeologi di Situs Buton (Bumiayu-Tonjong) dengan inventarisasi sudah lebih dari 220 fosil binatang purba yang teridentifikasi dan koleksi artefak beliang, kapak berimbas, kapak genggam, dan bola batu. Inventarisasi bertujuan untuk menentukan Situs Buton sebagai kawasan warisan geologi.

Daerah Bumiayu juga memiliki formasi lain seperti Formasi Kalibiuk, yang berumur lebih tua dibandingkan dengan Formasi Kaliglagah (Jamalulail dr., 2018). Formasi Kalibiuk diendapkan pada umur Pliosen Tengah hingga Pliosen Akhir dengan lingkungan pengendapan pada daerah pasang surut (*lower intertidal, subtidal, dan upper intertidal*) hingga lingkungan laut dangkal (*shallow marine*). Lingkungan *lower intertidal* dicirikan oleh fosil moluska berupa asosiasi *Placuna – Natica* dan asosiasi *Telina - Placuna*, lingkungan subtidal dicirikan oleh asosiasi *Nassa*, lingkungan *upper intertidal* dicirikan oleh asosiasi *Corbula – Natica*, dan lingkungan laut dangkal yang dicirikan oleh asosiasi *Turritella* (Aswan dr., 2018).

Pada umur Pleistosen terdapat Formasi Mengger dan Formasi Gintung. Formasi Mengger diendapkan pada umur Pleistosen Awal pada lingkungan darat yang menindih secara selaras Formasi Kaliglagah. Formasi Gintung terendapkan pada umur Pleistosen Akhir pada lingkungan darat hingga transisi yang mengendap secara selaras dengan Formasi Mengger (Kastowo dan Suwarna, 1996).

Interpretasi umur dan lingkungan pengendapan pada formasi – formasi tersebut masih terdapat perbedaan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui umur relatif dan lingkungan pengendapan pada daerah penelitian berdasarkan data analisis biostratigrafi dan pengukuran penampang stratigrafi. Pengukuran penampang stratigrafi pada singkapan menggunakan pendekatan deskriptif

litofasies dan asosiasi fasies untuk mengetahui paleogeografi pada empat formasi.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di daerah Bumiayu – Tonjong yang secara administratif termasuk dalam Kabupaten Brebes, Jawa Tengah (Gambar 1). Lokasi yang dipilih yaitu salah satu singkapan yang termasuk dalam Formasi Kalibiuk, Formasi Kaliglagah, Formasi Mengger, dan Formasi Gintung. Pengamatan singkapan DRA17 pada Formasi Kalibiuk berada di Sungai Glagah tepatnya pada koordinat 7°10'1.9" S dan 108°59'24" E. Pengamatan singkapan DRA14 pada Formasi Kaliglagah berada di Sungai Cacaban tepatnya pada koordinat 7°10'22.4" S dan 108° 59'14.5" E. Pengamatan singkapan DRA20 pada Formasi Mengger berada di Sungai Cisaat tepatnya pada 7°10'22.5" S dan 108°58'14.4" E. Pengamatan singkapan DRA38 pada Formasi Gintung berada di Sungai Gintung tepatnya pada 7°11'15.47" S dan 108°58'48.8" E.

METODE

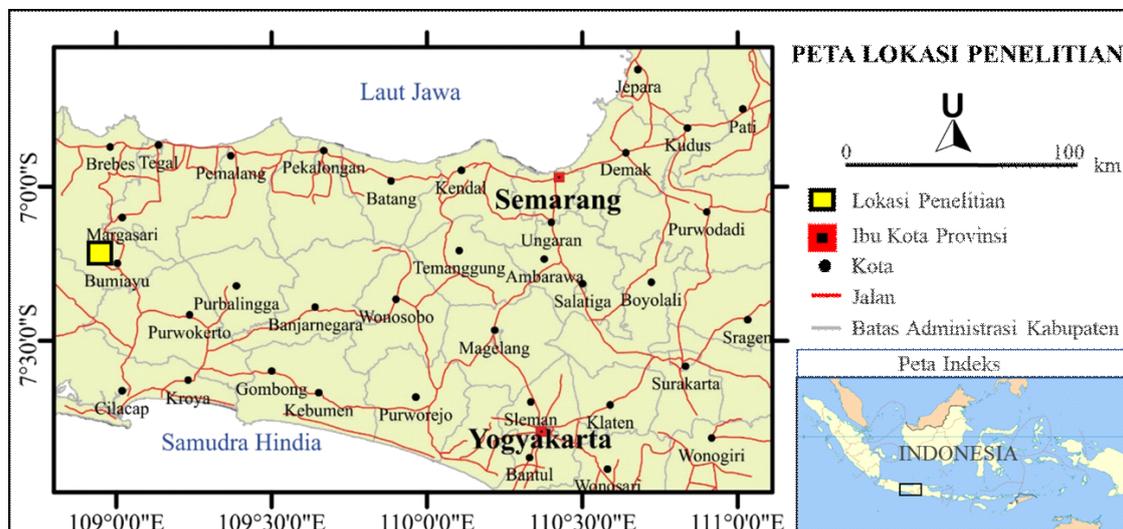
Metode yang dilakukan adalah analisis biostratigrafi dan sedimentologi berupa analisis arus purba, dan pengukuran penampang stratigrafi menggunakan analisis litofasies dan asosiasi fasies. Analisis biostratigrafi menggunakan sampel batuan pada lokasi DRA16 dan DRA 17 yang berada di Sungai Glagah pada Formasi Kalibiuk dan lokasi DRA2 dan DRA 12 yang berada di Sungai Cisaat pada Formasi Kaliglagah. Analisis biotratigrafi menghasilkan umur relatif formasi – formasi tersebut. Analisis biotratigrafi mengacu berdasarkan pada zona selang yang ditandai dari kemunculan awal atau akhir dari takson penciri.

Arus purba merupakan salah satu pengindikasi arah arus saat proses pengendapan terjadi. Mengetahui arah arus purba dapat membantu dalam proses rekonstruksi paleogeografi dari suatu daerah (Nichols, 2009). Fasies yang memiliki arah arus berbeda dapat menggambarkan terjadi perubahan paleogeografi. Analisis arus purba dilakukan dengan mengoreksi pengukuran arah arus purba pada struktur sedimen silang siur. Arah arus purba yang memiliki satu arah dominan disebut unimodal, dua arah dominan disebut bimodal, dan tiga arah dominan disebut polymodal.

Paleogeografi merupakan lingkungan pengendapan masa lalu. Paleogeografi dapat ditentukan berdasarkan asosiasi fasies yang menyusunnya. Asosiasi fasies merupakan kombinasi litofasies yang mempunyai ciri

fasies yang berbeda – beda. Fasies merupakan kenampakan suatu tubuh batuan dengan karakteristik litologi, struktur fisik, dan biologi yang menjadi aspek pembeda dari tubuh batuan di sekitarnya. Korelasi litofasies, asosiasi fasies, dan arus purba dapat merekonstruksi paleogeografi suatu daerah (Nichols, 2009).

pengamatan singkapan berada di Sungai Cisaat pada koordinat 7°10'22.5" S dan 108°58'14.4" E. Hasil analisis menunjukkan terdapat foram planktonik penciri *Globorotalia miocenica* sebagai kemunculan akhir dan *Globorotalia menardii* sebagai kemunculan awal. Foram planktonik tersebut menunjukkan bahwa formasi ini berumur Pliosen Akhir (N21) (Blow, 1969).



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian yang berada di Kabupaten Brebes.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis penelitian berdasarkan pada data biostratigrafi, arus purba, dan paleogeografi yang diinterpretasikan dari data litofasies dan asosiasi fasies. Berikut adalah penjelasan data penelitian:

Biostratigrafi Formasi Kalibiuk

Secara stratigrafi, formasi ini merupakan formasi yang terendapkan paling tua dengan ciri litologi batulempung dengan sisipan batupasir berbutir halus. Pengamatan singkapan dan pengambilan sampel batuan untuk analisis biostratigrafi berada di Sungai Glagah pada koordinat 7°10'22.4" S dan 108° 59'14.5" E. Pada Formasi ini terdapat beberapa mikrofosil berupa foraminifera. Hasil analisis menunjukkan terdapat foram planktonik penciri berupa *Globorotalia miocenica* sebagai kemunculan awal dan foram *Sphaeroidinellopsis seminulina* sebagai kemunculan akhir, sehingga formasi ini berumur Pliosen Tengah (N20) (Blow, 1969). Foram bentonik *Cassidulina subglobosa*, *Amphistegina sp.*, *Anomalina colligera*, dan *Amphistegina lessonii* menunjukkan bahwa Formasi Kalibiuk terendapkan pada lingkungan laut dangkal tepatnya pada neritik tengah (Tipsword dr., 1966).

Biostratigrafi Formasi Kaliglagah

Formasi Kaliglagah secara stratigrafi menindih secara selaras Formasi Kalibiuk. Litologi pada Formasi Kaliglagah terdiri dari perselingan batupasir berbutir halus hingga kasar dengan struktur sedimen dominan berupa silang siur dan terdapat struktur silang siur bergelayang (*swaley*). Pengambilan sampel dan

Foram bentonik *Cibicides sp.*, *Quinqueloculina sp.*, *Elphidium incertum*, dan *Discorbis sp.* Menunjukkan bahwa Formasi Kaliglagah terendapkan pada lingkungan laut dangkal tepatnya pada neritik dalam hingga transisi (Tipsword dr., 1966).

Biostratigrafi Formasi Mengger

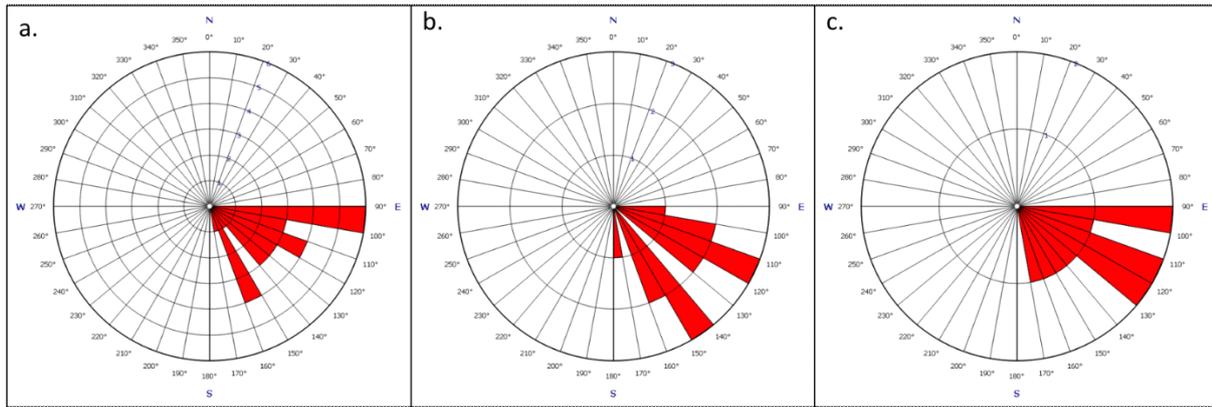
Formasi Mengger menindih selaras pada bagian atas dari Formasi Kaliglagah. Formasi ini memiliki ciri litologi terdiri dari perselingan batupasir berbutir sedang dan konglomerat dengan fragmen berukuran kerikil serta struktur sedimen dominan silang siur dan terdapat laminasi sejajar. Sampel batuan pada formasi ini tidak mendukung dalam analisis biostratigrafi karena kurangnya data mikrofosil. Formasi ini diperkirakan berumur Pleistosen Awal dan terendapkan pada lingkungan darat (Kastowo dan Suwarna, 1996).

Biostratigrafi Formasi Gintung

Formasi Gintung terendapkan secara selaras di atas Formasi Mengger. Formasi ini memiliki ciri litologi terdiri dari perselingan batupasir berbutir kasar dan konglomerat dengan fragmen berukuran kerakal serta struktur sedimen silang siur. Kurangnya data mikrofosil pada formasi ini tidak mendukung untuk analisis biostratigrafi. Formasi ini terendapkan pada lingkungan darat hingga peralihan pada umur Pleistosen Akhir (Kastowo dan Suwarna, 1996).

Arus Purba

Analisis arus purba pada daerah penelitian berdasarkan pada pengukuran struktur sedimen



Gambar 2. a. Arah Orientasi Arus Purba Formasi Kaliglagah berupa Unimodal; b. Arah Orientasi Arus Purba Formasi Mengger berupa Unimodal; c. Arah Orientasi Arus Purba Formasi Gintung berupa Unimodal

silang siur. Pengukuran struktur sedimen silang siur pada Formasi Kaliglagah, Formasi Mengger, dan Formasi Gintung (Tabel 1). Pada Formasi Kalibiuk di daerah penelitian tidak ditemukan struktur sedimen silang siur karena litologi sebagian besar batulempung. Penelitian lain pada Sungai Muli di daerah Purbalingga mendapatkan arah arus purba pada Formasi Kalibiuk ke arah selatan hingga tenggara (Bachri, 2017).

Arus Purba Formasi Kaliglagah

Analisis arus purba pada Formasi Glagah menggunakan data pengukuran struktur sedimen silang siur sebanyak 25. Hasil plot pada diagram roset menunjukkan bahwa arah orientasi arus purba memiliki pola unimodal ke arah tenggara (Gambar 2.a). Pola unimodal merepresentifkan bahwa pengendapan sedimen hanya memiliki satu arah pengendapan. Pola ini dapat menjadi penentu lingkungan pengendapan sedimen pada lingkungan darat, transisi, maupun laut (Tucker, 2003).

Arus Purba Formasi Mengger

Analisis arus purba pada Formasi Glagah dilakukan dengan melakukan pengukuran data struktur sedimen silang siur sebanyak 14. Hasil plot pada diagram roset menunjukkan bahwa arah orientasi arus purba ke arah tenggara (Gambar 2.b.). Arah orientasi memiliki pola unimodal yang dapat menjadi penentu lingkungan pengendapan sedimen pada berbagai lingkungan pengendapan.

Arus Purba Formasi Gintung

Data pengukuran arus purba pada struktur sedimen silang siur sebanyak 11 digunakan untuk analisis arus purba. Kesebelas data tersebut pada diagram roset menunjukkan bahwa arah orientasi arus purba ke arah tenggara (Gambar 2.c.). Seperti pada Formasi Kaliglagah dan Formasi Mengger, pola arus purba pada Formasi Gintung yaitu unimodal. Pola tersebut mencirikan pengendapan pada lingkungan darat hingga laut.

Tabel 1. Arah arus purba pada Formasi Kaliglagah, Mengger, dan Gintung

No.	Arus Purba pada Formasi (U...°T)		
	Kaliglagah	Mengger	Gintung
1	98	116	126
2	120	124	132
3	99	118	125
4	101	147	116
5	116	100	110
6	137	120	95
7	150	102	90
8	141	99	153
9	99	158	164
10	131	143	105
11	117	173	148
12	152	113	-
13	91	145	-
14	129	154	-
15	107	-	-
16	99	-	-
17	129	-	-
18	118	-	-
19	112	-	-
20	168	-	-
21	159	-	-
22	99	-	-
23	134	-	-
24	108	-	-
25	152	-	-
Mean	122,64	129,43	124

Asosiasi Fasies

Asosiasi fasies merupakan kumpulan litofasies dengan karakteristik masing – masing yang membentuk suatu tubuh batuan (Gibran dan Kusworo, 2020). Berdasarkan pengamatan deskriptif batuan pada singkapan – singkapan di daerah penelitian, terdapat 9 litofasies yang terdiri dari Litofasies Batulempung (Fm); Litofasies Batupasir Laminasi (Sh); Litofasies Batupasir Bergoyang (Ssc); Litofasies Batupasir Silang-siur Planar (Sp); Litofasies Batupasir Silang-siur Mangkok (St); Litofasies Batupasir Silang-siur Derajat Rendah (Sl); Litofasies Batupasir Erosional (Ss); Litofasies Konglomerat Kemas Terbuka (Gcs); Litofasies Konglomerat Silang-siur Planar (Gp). Asosiasi fasies mencerminkan lingkungan pengendapan dan proses litofasies terbentuk. Berdasarkan analisis litofasies pada daerah penelian, terdapat 4 asosiasi fasies, yaitu

1. Lepas pantai (*Offshore*)
2. Muka pantai (*Shoreface*)
3. Pantai (*Beach*)
4. Saluran sungai teranyam (*Braided river channel*)

Asosiasi Fasies Lepas pantai

Asosiasi fasies lepas pantai tersusun atas litofasies Fm dan litofasies Sh. Namun sebagian besar asosiasi fasies lepas pantai tersusun atas litofasies Fm dengan ciri batuan berupa batulempung berwarna coklat dalam kondisi yang lapuk (Gambar 3.a.). Pada bagian barat daya daerah penelitian litofasies Fm berselingan dengan lithofasies Sh berupa batupasir dengan struktur laminasi sejajar.

Penentuan asosiasi fasies lepas pantai berdasarkan pada pengukuran penampang stratigrafi pada singkapan

DRA17. Pengukuran penampang stratigrafi dilakukan pada Singkapan DRA17 di Sungai Glagah tepatnya pada koordinat 7°10'1.9" S dan 108°59'24" E. Hasil pengukuran penampang stratigrafi menunjukkan bahwa singkapan ini tersusun oleh litofasies Fm dengan kandungan fosil makro fosil moluska berupa *Turritella sp.* dan *Pecten sp* (Gambar 4.a). Fosil – fosil tersebut memiliki lingkungan hidup pada laut dangkal terbuka (*open shallow marine*) (Aswan dr., 2018). Keberadaan fosil – fosil tersebut pada lithofasies Fm mendukung bahwa asosiasi fasiesnya yaitu lepas pantai.

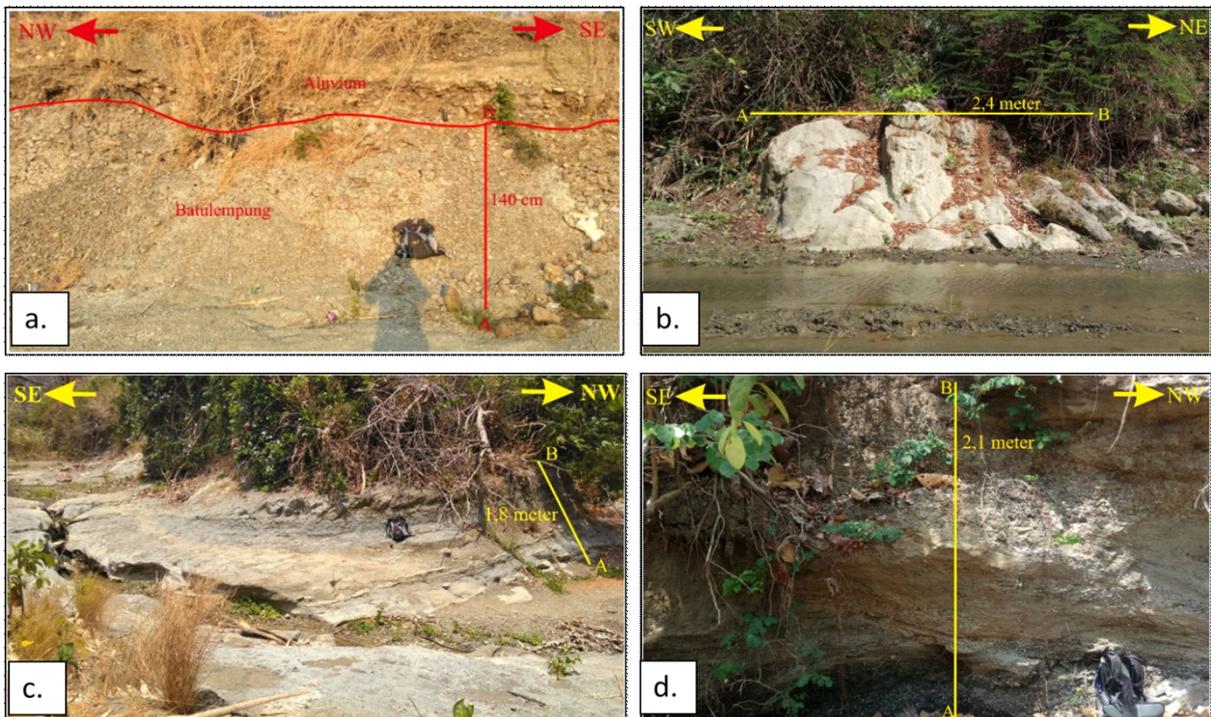
Interpretasi:

Asosiasi fasies lepas pantai ditandai dengan litofasies Fm dengan kehadiran fosil *Turritella sp.* dan *Pecten sp.* Kehadiran fosil *Pecten sp.* yang termasuk dalam kelas yang sama dengan fosil *Inoceramus* menjadi penciri asosiasi fasies lepas pantai (Walker dan James, 1992).

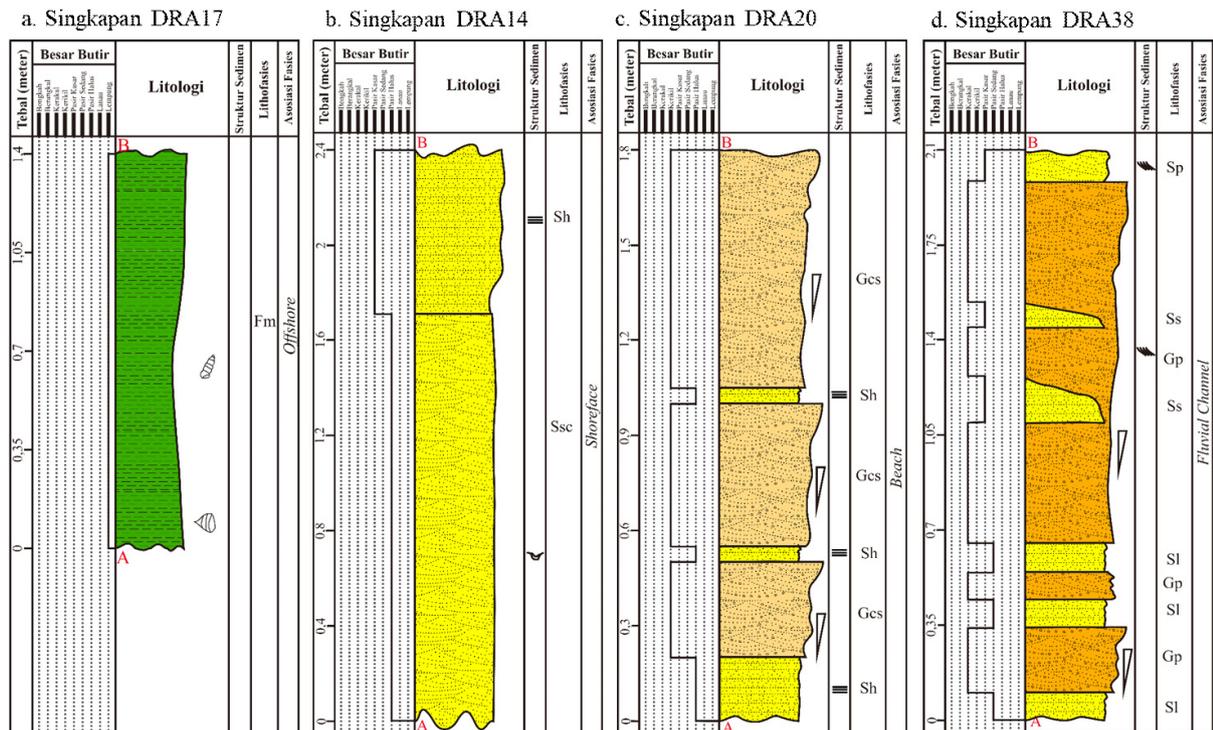
Asosiasi Fasies Muka pantai

Asosiasi fasies lepas pantai tersusun atas lithofasies Ssc, Sh, Sp, dan St. Litofasies – litofasies tersebut berada pada sebagian Sungai Cisaat dan Sungai Cacaban, salah satunya pada lokasi pengamatan singkapan DRA14 (Gambar 3.b.). Litofasies Ssc menjadi penciri pada asosiasi fasies muka pantai dengan struktur silang-siur bergoyang. Litofasies Sh dicirikan dengan adanya struktur laminasi sejajar. Litofasies Sp dicirikan dengan struktur silang-siur planar. Litofasies St dicirikan dengan struktur silang-siur mangkok.

Penentuan asosiasi fasies lepas pantai berdasarkan pada pengukuran penampang stratigrafi pada singkapan DRA14. Pengukuran penampang stratigrafi dilakukan



Gambar 3. a. Singkapan DRA17 dengan Litofasies Fm; b. Singkapan DRA14 dengan Litofasies Ssc dan Sh; c. Singkapan DRA20 dengan Litofasies Gcs dan Sh; d. Singkapan DRA38 dengan Litofasies Sp, Sl, Ss, dan Gp.



Gambar 4. a. Profil Penampang Stratigrafi pada Singkapan DRA17; b. Profil Penampang Stratigrafi pada Singkapan DRA14; c. Profil Penampang Stratigrafi pada Singkapan DRA20; d. Profil Penampang Stratigrafi pada Singkapan DRA38.

pada Singkapan DRA14 di Sungai Cacaban tepatnya pada koordinat 7°10'22.4" S dan 108°59'14.5" E.

Hasil pengukuran penampang stratigrafi menunjukkan bahwa singkapan ini tersusun oleh litofasies Ssc dan litofasies Sh (Gambar 4.b.). Litofasies Ssc menjadi penciri asosiasi muka pantai karena terdapat struktur sedimen swaley cross stratification. Struktur sedimen tersebut terbentuk karena pengaruh gelombang badai (*storm wave*).

Interpretasi:

Kehadiran struktur sedimen silang-siur bergoyang (*swaley cross stratification*) pada litofasies Ssc menjadi ciri asosiasi muka pantai (Gambar 3.b.). Struktur sedimen tersebut terbentuk oleh arus yang diakibatkan oleh storm wave selama pengendapan berlangsung (Walker dan James, 1992). Pada bagian bawah struktur ini berbentuk laminasi dengan cekungan besar. Pengendapan secara gradasi mengkasar ke atas yang dicirikan dari perubahan ukuran butir sedimen dari halus ke kasar. Sumber sedimen diperkirakan berasal dari tinggian di daerah barat laut daerah penelitian berdasarkan data arus purba yang memiliki arah pengendapan ke arah tenggara.

Asosiasi Fasies Pantai

Pada asosiasi fasies pantai tersusun atas litofasies Gcs, Gp, Sh, dan Sp. Pada litofasies Gcs berupa konglomerat dengan jumlah fragmen yang lebih melimpah daripada matriksnya, litofasies Gp berupa konglomerat dengan struktur silang-siur planar, litofasies Sh berupa batupasir dengan struktur laminasi sejajar, dan litofasies Sp berupa batupasir dengan struktur silang-siur

planar. Litofasies – litofasies tersebut berada pada sebagian Sungai Cisaat dan Sungai Gintung, salah satunya pada lokasi pengamatan singkapan DRA20 (Gambar 3.c).

Penentuan asosiasi fasies pantai berdasarkan pada pengukuran penampang stratigrafi pada singkapan DRA20 di Sungai Cisaat tepatnya pada koordinat 7°10'22.5" S dan 108°58'14.4" E. Hasil pengukuran penampang stratigrafi menunjukkan bahwa singkapan DRA20 tersusun atas litofasies Gcs dan Sh (Gambar 4.c).

Interpretasi:

Pengendapan didominasi oleh material sedimen berukuran relatif kasar. Kehadiran struktur sedimen laminasi sejajar dapat menjadi penentu asosiasi fasies pantai. Endapan sedimen kasar pada litofasies Gcs dan Gp yang berupa konglomerat mengindikasikan bahwa endapan pantai bersumber dari daerah yang tidak jauh dari lingkungan pengendapannya. Data arus purba menunjukkan bahwa sumber sedimen berasal dari tinggian pada daerah barat laut yang tidak jauh dari daerah penelitian (Gambar 2).

Asosiasi Fasies Saluran Sungai Teranyam

Asosiasi fasies braided fluvial channel tersusun atas litofasies Sp, Ss, Sl, dan Gp. Pada lithofasies Sp berupa batupasir dengan struktur silang-siur planar, litofasies Ss berupa batupasir yang tererosi, litofasies Sl berupa batupasir dengan struktur silang siur (penunjaman <10°), dan lithofasies Gp berupa konglomerat dengan struktur silang-siur planar. Keempat litofasies tersebut berada pada sebagian Sungai Cisaat, Sungai Cacaban, dan Sungai

Gintung, salah satunya pada lokasi pengamatan singkapan DRA38 (Gambar 3.d).

Asosiasi fasies saluran sungai teranyam ditentukan berdasarkan pengukuran penampang stratigrafi pada singkapan DRA38 di Sungai Gintung tepatnya pada 7°11'15.47" S dan 108°58'48.8" E (Gambar 6.d). Penamaan saluran sungai teranyam berdasarkan elemen arsitektural pada lingkungan pengendapan fluvial yang terdiri dari kombinasi lithofasies Sp, Sl, Ss, dan Gp (Miall, 1978).

Interpretasi:

Endapan aliran sungai dapat dicirikan berdasarkan elemen arsitektural lingkungan pengendapan sungai yang terdiri dari kombinasi berbagai litofasies. Endapan yang relatif kasar mengindikasikan bahwa sistem endapan sungai yaitu sungai teranyam (Walker dan James, 1992). Pengendapan sedimen terjadi secara mengkasar ke atas sehingga memiliki pola pengendapan progradasi.

Paleogeografi

Berdasarkan data penelitian pada permukaan, sejarah perkembangan geologi pada daerah penelitian berawal dari umur pliosen dan masih berkembang sampai saat ini. Selama umur Oligo-Miosen terdapat aktifitas tektonik yang membentuk struktur – struktur lipatan pada daerah penelitian dan daerah sekitarnya (Kastowo dan Suwarna, 1996).

Endapan sedimen pada daerah penelitian bersumber dari daerah tinggian Gunung Kumbang yang termasuk dalam zona pegunungan serayu utara (van Bemmelen, 1949). Interpretasi batas asosiasi fasies berdasarkan pada korelasi fasies pada daerah penelitian. Rekonstruksi paleogeografi menampilkan perubahan asosiasi fasies pada daerah penelitian yang berawal dari Pertengahan Pliosin hingga Plesitosen Akhir. (Gambar 5 dan 6).

Paleogeografi Pliosin Tengah

Menurut Zaim (1978), pengendapan sedimen pada periode ini terjadi pada lingkungan laut dangkal. Pengendapan sedimen pada daerah penelitian sebagian besar terjadi pada asosiasi fasies lepas pantai. Pada bagian barat daerah penelitian, terdapat sedikit pengendapan sedimen asosiasi fasies muka pantai dan pantai. Sumber sedimen berasal dari daerah tinggian Gunung Kumbang yang termasuk dalam pegunungan serayu utara yang berada pada barat laut daerah penelitian. Asal sumber sedimen tersebut diketahui berdasarkan arah arus purba yang memiliki arah pengendapan relatif ke tenggara. Pola pengendapan pada periode ini yaitu secara progradasi karena terjadi perubahan ukuran butir mengkasar secara gradasi dari bagian bawah sekuen hingga bagian atas (Gambar 6).

Paleogeografi Pliosin Akhir

Pada periode ini terjadi penurunan muka air laut sehingga menyebabkan pengendapan pada daerah penelitian hampir seluruhnya pada asosiasi fasies muka pantai. Pada bagian barat daerah penelitian terdapat sedikit pengendapan asosiasi pantai. Sumber sedimen pada asosiasi fasies muka pantai dan pantai berasal dari arah barat laut yang merupakan daerah tinggian. Pengendapan sedimen terjadi secara progradasi yang dicirikan dengan pola pengendapan mengkasar ke atas dari bagian bawah hingga atas sekuen (Gambar 6).

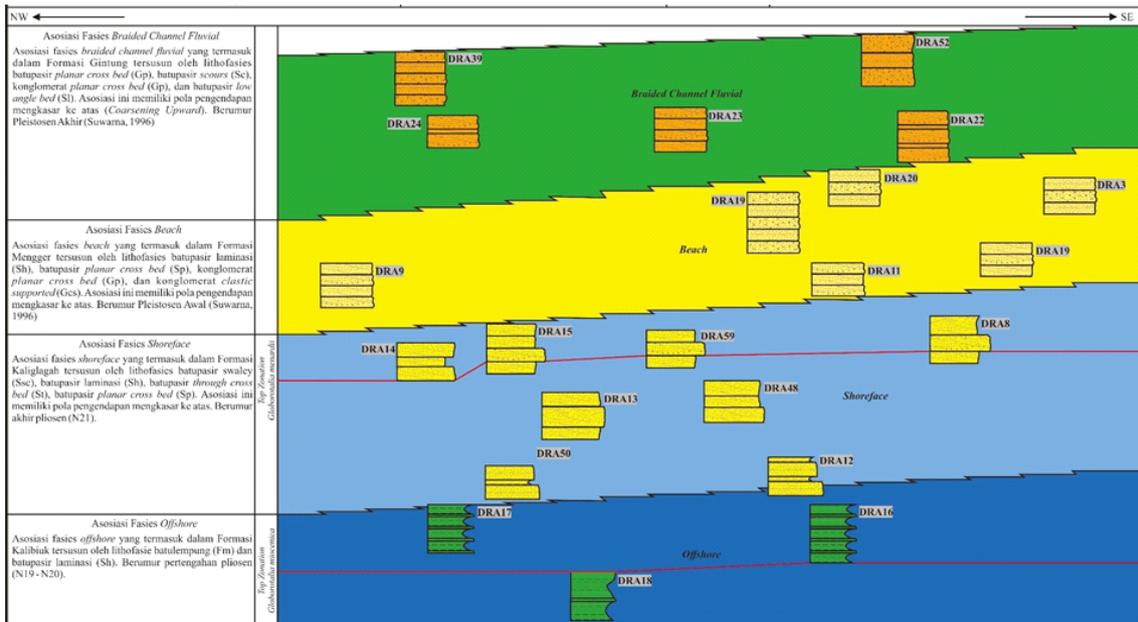
Paleogeografi Pleistosen Awal

Pada periode ini pengendapan yang terjadi pada daerah penelitian berada pada asosiasi fasies muka pantai, pantai, dan sungai teranyam. Pengendapan sedimen semakin maju ke arah laut yang dicirikan dengan adanya endapan asosiasi fasies *briaded channel fluvial*. Arus purba pada batuan sedimen menunjukkan bahwa endapan sedimen berasal dari arah barat laut. Pola pengendapan sedimen mengkasar ke atas yang menyebabkan pengendapan terjadi secara progradasi (Gambar 6).

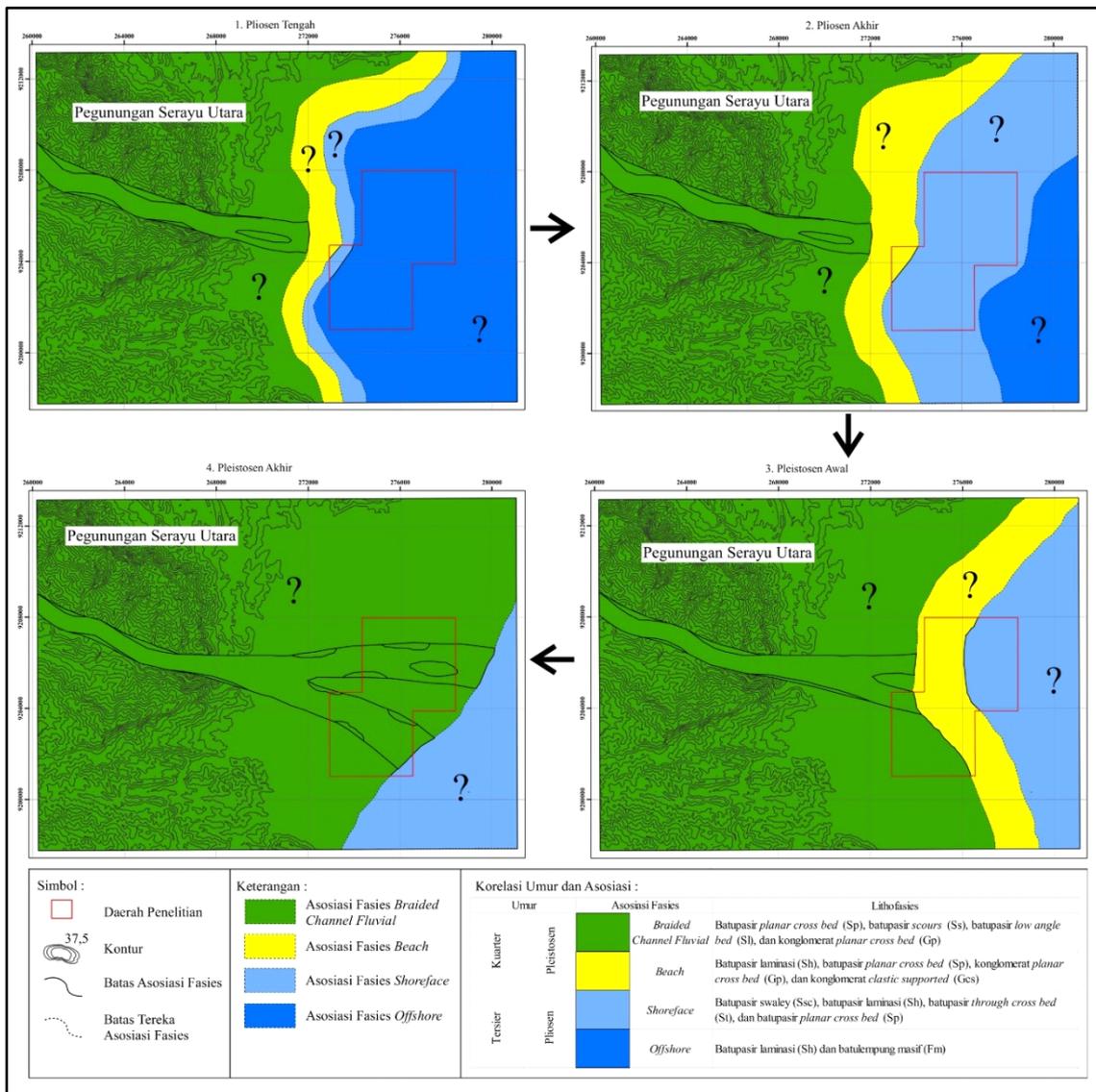
Paleogeografi Pleistosen Akhir

Penurunan muka air laut dan pengendapan yang semakin maju ke arah timur menyebabkan daerah penelitian hampir sepenuhnya adalah asosiasi fasies sungai teranyam. Namun masih terdapat endapan sedimen asosiasi fasies muka pantai. Pada bagian tenggara daerah penelitian. Endapan sedimen berasal dari arah barat laut yang merupakan daerah tinggian. Pengendapan sedimen terjadi secara progradasi yang dicirikan dengan pola pengendapan mengkasar ke atas dari bagian bawah hingga atas sekuen (Gambar 6).

Pada penelitian ini ditemukan fosil *Sphaeroidinellopsis seminulina* (Schwager, 1866) sebagai kemunculan akhir dan fosil *Globorotalia miocenica* (Palmer, 1945) sebagai kemunculan awal. Fosil tersebut menjadi penentu umur N20 pada Formasi Kalibiuk. Pada Formasi Kaliglagah berumur N21 yang dicirikan oleh adanya fosil *Globorotalia miocenica* (Palmer, 1945) sebagai kemunculan akhir dan fosil *Globorotalia menardii* (Parker, dr, 1865). Fosil – fosil foraminifera pada kedua formasi tersebut mendukung penelitian Sudijono (2005) dan Widiyanto dan Noerwidi (2020) yang hasilnya Formasi Kalibiuk - Formasi Kaliglagah berumur N20 – N21, sehingga memperkuat bukti bahwa fosil *Homo erectus* yang ditemukan di Daerah Bumiayu pada Formasi Kaliglagah secara relatif berumur lebih tua dibandingkan dengan fosil *Homo erectus* dari Sangiran. Namun penelitian lain menunjukkan bahwa kandungan fosil pada Formasi Kalibiuk berumur Pliosin Awal – Pliosin Tengah atau N19 – N20 (Bachri, 2017). Menurut Kastowo dan Surwarna (1996) Formasi Mengger dan Formasi Gintung masing-masing berumur Pleistosen



Gambar 5. Pola korelasi litofasies dengan datum biostratigrafi daerah penelitian menunjukkan sistem pengendapan



Gambar 6. Rekonstruksi Paleogeografi dari Umur Pliosen Tengah hingga Pleistosen Akhir

dengan penelitian Zaim (1978) dan Prasetyo (2012) yaitu Formasi Mengger berumur N22 dan Formasi Gintung berumur N23.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sumber sedimen berasal dari arah barat hingga barat laut yang merupakan daerah tinggian Pegunungan Serayu Utara (Bemmelen, 1949). Sumber endapan sedimen tersebut berdasarkan pada arah arus purba pada batuan sedimen dengan struktur silang siur. Pada kaveling penelitian, struktur sedimen silang siur berada pada Formasi Kaliglagah, Formasi Mengger, dan Formasi Gintung. Analisis arus purba pada ketiga formasi tersebut menunjukkan bahwa arah pengendapan ke arah timur hingga selatan. Pada kaveling penelitian tidak ditemukan adanya struktur sedimen silang siur pada Formasi Kalibiuk. Namun penelitian lain pada Sungai Muli di daerah Purbalingga mendapatkan arah arus purba pada Formasi Kalibiuk ke arah selatan hingga tenggara (Bachri, 2017). Berdasarkan komposisi mineral yang terkandung pada batupasir Formasi Kaliglagah menunjukkan bahwa endapan berasal dari *magmatic arc* pada bagian *dissected arc – transitional arc* (Atmajaya dr., 2019).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa paleogeografi Formasi Kalibiuk berupa lepas pantai, Formasi Kaliglagah berupa muka pantai, Formasi Mengger berupa pantai, dan Formasi Gintung berupa sungai teranyam. Paleogeografi lepas pantai, muka pantai, dan pantai termasuk dalam lingkungan pengendapan *marginal – marine environment*, sedangkan pada *braided fluvial channel* termasuk dalam lingkungan pengendapan *continental environment* (Boggs, 2006). Penelitian lain menunjukkan paleogeografi pada Formasi Kalibiuk berada pada *intertidal* hingga *open shallow marine* (Aswan, dr., 2018). Penelitian mengenai paleogeografi sangat sedikit, penelitian lain membahas lingkungan pengendapan secara luas. Pada Formasi Kaliglagah terendapkan pada lingkungan *non-marine* (Prasetyo dr., 2012). Formasi Mengger terendapkan pada lingkungan pengendapan darat dan Formasi Gintung terendapkan pada lingkungan pengendapan darat hingga peralihan (Kastowo dan Suwarna, 1996).

KESIMPULAN

Hasil penelitian pada daerah penelitian yang terdiri dari Formasi Kalibiuk, Formasi Kaliglagah, Formasi Mengger, dan Formasi Gintung berumur Pliosen Tengah hingga Pleistosen Akhir (N20 – N21). Arus purba berarah tenggara yang menunjukkan sumber sedimen berasal dari barat laut. Paleogeografi pada Formasi Kalibiuk berada pada lepas pantai, Formasi Kaliglagah berupa muka pantai, Formasi Mengger berupa pantai, dan Formasi Gintung berupa sungai teranyam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Tim Pelestari Fosil Buton (Bumiayu – Tonjong) yang telah memberikan

kesempatan untuk melakukan penelitian bersama baik dalam memberikan informasi pemetaan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Soedirman atas pembiayaan penelitian ini melalui Hibah Penelitian BLU Unsoed Skema Riset Peningkatan Kompetensi Tahun 2021.

DAFTAR ACUAN

- Aswan, Elina S., Alfend R., Desty K., dan Thaw Z. O., 2018. Depositional Environmental Evolution of Kalibiuk Formation Based on Paleontological Molluscan Study, Cisaat River Section, Bumiayu, Central Java, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 162(1), 1-8h.
- Atmajaya, N.F., Abdurrokhim, dan Sendjaja, Y.A. 2019. Analisis Provenan Batupasir Formasi Kaliglagah, Kabupaten Brebes. *Padjajaran Geoscience Journal*, 3(2): 118-121h.
- Bachri, S. 2017. Pengaruh Kegiatan Tektonik dan Vulkanisme Terhadap Sedimentasi Endapan Paleogen-Neogen, di Cekungan Serayu, Jawa. Jakarta: LIPI Press.
- Berg, G.D., van Den, J. d. V., Paul Y. S., dan Fachroel A., 1996. Pleistocene zoogeographic evolution of java (indonesia) and glacio-eustatic sea level fluctuations: a background for the presence of homo. *Indo-Pacific Prehistory Association Bulletin*, 14(1), 7-21h.
- Blow, W.H., 1969. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In: P. BrSnnimann and H.H. Renz (Editors), *Proc. 1st Int. Conf. Planktonic Microfossils, Geneva*, 1967. E.J. Brill, Leiden, pp. 199--421.
- Boggs, S.Jr. 2006. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, 4th Edition. Pearson Prentice Hall: United States of America.
- Gibran, A. K., dan Kusworo, A. 2020. Fasies dan Lingkungan Pengendapan Formasi Kanikeh, Cekungan Bula, Maluku. *RISSET Geologi dan Pertambangan*. 30(2), 171-186.
- Jamalulail, M.A., Irvan M., Salmon K. M. P. T., Zainun, Ayu W. K. D., Sinatriya D. P., dan Anis K.. 2018. Inventarisasi Data Geologi, Paleontologi, dan Arkeologi Situs Buton (Bumiayu-Tonjong), Jawa Tengah Sebagai Dasar Penentuan Kawasan Warisan Geologi (Geoheritage). *Proceeding Seminar Nasional Kebumihan Ke-11 Perspektif Ilmu Kebumihan Dalam Kajian Bencana Geologi Di Indonesia*, Semarang, Indonesia: 11: 1356-1364h.
- Kastowo dan Suwarna, N.s. 1996. *Peta Geologi Lembar Majenang, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

- Miall, A. D. (ed.). 1978. *Fluvial Sedimentology*. xii 859 pp. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir 5, Calgary. ISBN 0 920230 03 2.
- Nichols, G. 2009. *Sedimentology and Stratigraphy* Second Edition. John Wiley & Sons, Ltd. Publication, United Kingdom
- Palmer, D. K. (1945). Notes on the foraminifera from Bowden, Jamaica. *Bulletin of American Paleontology*. 29: 5-82.
- Parker W. K., Jones T. R., dan Brady H. B. 1865. *On the nomenclature of the Foraminifera. Part X*.
- Prasetyo, U., Aswan, Yahdi Z., dan Yan R. 2012. *Perubahan Lingkungan Pengendapan pada Beberapa Daerah di Pulau Jawa Selama Plio-Pleistosen Berdasarkan Kajian Paleontologi Moluska*. *Jurnal Teknologi Mineral*, 29(4), 173-177.
- Sudijono. 2005. "Age and The Depositional Environment of The Kalibiuk Formation of The Cisaat River Section, Bumiayu, Central Java." *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 15(2); 118–135.
- Schwager, C. 1866. Fossile Foraminiferen von Kar Nikobar. *Reise der Österreichischen Fregatte Novara um die Erde in den Jahren 1857, 1858, 1859 unter den Befehlen des Commodore B. von Wüllerstorff-Urbair*. Geologischer Theil (Zweite Abtheilung, Paläontologische Mittheilungen) 2(2): 187-268.
- Tipsword, H. L., Setzer, F. M., dan Smith F. M. Jr., (1966), *Interpretation of depositional environment in gulf coast petroleum exploration from paleoecology and realated stratigraphy*, Gulf Coast Association Of Geological Societies Vol. XVI, 119-130.
- Tucker, M. E. 2003. *Sedimentary Rocks in the Field Third Edition*. England, John Wiley & Sons Ltd.
- Prasetyo, U., Aswan, Zaim, Y., dan Rizal, Y., 2012. *Perubahan Lingkungan Pengendapan pada Beberapa Daerah di Pulau Jawa Selama Plio-Pleistosen Berdasarkan Kajian Paleontologi Moluska*. *Jurnal Teknologi Mineral*, 19(4), 173-177h.
- van Bemmelen, R.S. 1949. *The Geology of Indonesia, Vol 1A, 1st Edition*, Govt Printing Office: The Hague.
- Walker, R.G., dan James, N.P., 1992. *Facies Models*. Ontario: Love Printing Service Ltd.
- Widianto, H., dan Noerwidi, S. 2020. Saatnya Menengok ke Barat: Sebuah Interpretasi Baru Tentang Distribusi Temuan Homo Erectus di Jawa. *Berkala Geologi*, 40(2): 153-178h.
- Yudha, D.S. 2019. Studi Awal Temuan Fosil yang Diduga Homo Erectus di Bumiayu, Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Sangiran*, 1(8): 17-26h.
- Zaim, Y., 1978. *Paleogeografi Daerah Bumiayu, Jawa Tengah*. Skripsi. Departemen Teknik Geologi ITB, Bandung.