

Analisis Geokronologi Batuan Dasar Samudera di Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung

M. Furqon Kamilin*, Ayu Firnanda, Mayang Putri Suherman, Erlansa Nur Naz Ninna, Ridzal Prasetyo, Dwi Novita Sari, Fir Atiyatul Mu'awwanah, Wahyu Susanti

Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Jember, Jember, 68121, Indonesia

*Penulis korespondensi, e-mail: kmuhammadfurqon@gmail.com

ABSTRAK

Kawasan cagar alam geologi Karangsambung berada pada kabupaten Kebumen, Jawa Tengah dan merupakan kawasan yang berada dalam naungan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Kawasan Karangsambung merupakan kawasan yang berisi karakteristik geologi kompleks sehingga penelitian ini memiliki tujuan yakni mengidentifikasi karakteristik geologi dan sejarah tektonik pada kawasan Karangsambung. Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif deskriptif dengan pengumpulan datanya menggunakan metode observasi, studi pustaka, dan penanggalan relative. Pada kawasan Karangsambung tepatnya di formasi melang yang dimana dalam formasi tersebut ditemukan batu rijang berlapis batu gamping merah dalam satu kawasan yang sama. Hasil penelitian menunjukkan batu rijang berlapis gamping merah di kawasan penelitian berumur kapur akhir. Hal ini tentunya dengan memperhatikan 3 prinsip metode penanggalan relative. Dengan adanya penemuan tersebut, maka kawasan Karangsambung dipastikan sebagai kawasan singkapan dasar samudra dengan batuan rijang dan gamping merah sebagai lantai dari samudra.

Kata Kunci : *Karangsambung; Rijang; Gamping Merah; Dasar Samudra*

PENDAHULUAN

Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung, yang terletak di Kabupaten Kebumen, mencakup lima kecamatan yaitu Kecamatan Karanggayam, Kecamatan Alian, Kecamatan Sadang, Kecamatan Karangsambung, dan Kecamatan Pejagoan. Kawasan ini terkenal dengan keunikan geologi yang dapat diamati pada wilayah seluas ± 300 hektar, yang dibatasi oleh koordinat 109°35' - 109°41' BT dan 7°25' - 7°36' LS. Desa Karangsambung, yang menjadi titik pusat kawasan ini, berada sekitar 19 km di sebelah utara Kota Kebumen (Setyadi, 2012). Karangsambung merupakan salah satu dari tiga lokasi di Pulau Jawa yang memiliki singkapan batuan Pra-Tersier. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Muhartanto (2004) model perkembangan tektonik Jawa Tengah yang terbaru didasarkan pada Konsep New Global Tectonic yang menyatakan bahwa kompleksitas variasi batuan di Kawasan Luk Ulo disebabkan oleh pengaruh tektonik dan sedimentasi melange. Kompleks melange tersebut dianggap sebagai zona tumbukan konvergen antara Lempeng Samudra India-Australia dan Lempeng Benua Eurasia pada periode Kapur Akhir hingga Paleosen.

Ciri khas pertemuan kedua lempeng ini adalah bentuk cekungan yang menunjukkan adanya penekukan kerak samudra hingga mencapai kedalaman selubung bumi di bawah lempeng benua. Jalur ini dikenal sebagai zona subduksi, di mana terjadi deformasi dan metamorfosis pada urutan batuan sedimen dan endapan gunung api yang tertimbun dekat jalur penunjaman. Dalam hal ini, Lempeng Samudra India-Australia menekuk dan menunjani di bawah Lempeng Benua Eurasia. Struktur geologi di daerah Luk Ulo terbentuk akibat deformasi tektonik pada periode Kapur Akhir-Paleosen dan periode Tersier (Muhartanto, 2004). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wakita et al. (1994) kawasan

Karangsambung, khususnya di sepanjang Sungai Luk Ulo di Jawa Tengah, dikenal sebagai salah satu lokasi di mana satuan batuan campuran atau kompleks *mélange* Luk Ulo tersingkap. Kompleks *mélange* ini berumur dari kapur akhir hingga paleosen. Batuan ini dianggap sebagai produk dari proses subduksi antara lempeng benua Asia Tenggara (Harsolumakso & Noeradi, 1996).

Satuan batuan *mélange* ini ditutupi oleh sedimen-sedimen paleogen yang terdiri dari Formasi Karangsambung dan Formasi Totogan. *Mélange* sendiri merupakan hasil dari percampuran tektonik kerak samudera dan batuan bumi. Proses pembentukan *mélange* melibatkan deformasi yang sangat kompleks, menghasilkan batuan dalam satu blok dengan massa dasar tanah liat (*sclay*) akibat dari penghancuran, pemisahan, dan pencampuran tektonik. Kejadian tektonik di daerah Karangsambung menghasilkan distribusi lateral yang terputus-putus serta berbagai fasies metamorf dari tingkat sangat rendah hingga tinggi.

Di Karangsambung, terutama dalam formasi *mélange*, terdapat berbagai jenis batuan seperti rijang dan gamping merah yang tersusun dengan lapisan hampir vertikal, hal ini menciptakan fenomena yang unik. Rijang sering kali berhubungan dengan lava bantal, yang terbentuk dari pembekuan magma di punggung tengah samudera. Warna merah pada batu rijang ini disebabkan oleh kandungan unsur besi dan fosil radiolaria (Nur Hamidatur Rohmah & Pandanwangi, 2023). Dalam penelitian oleh Selatan et al. (2023) di Desa Bungin Campang, Kecamatan Simpang, Kabupaten Ogan Komering Ulu (OKU) Selatan, Sumatera Selatan ditemukan litologi batuan sedimen non klastik berupa rijang di Formasi Garba (Kjgs). Rijang ini dianggap sebagai lantai samudera karena terbentuk di lingkungan yang dihuni oleh diatom dan radiolaria di dasar samudera. Ketika diatom dan radiolaria mati dan menjadi fosil, kerangka silika mereka terlepas, larut, dan mengkristal, lalu mengendap menjadi bagian dari lapisan rijang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik geologi dan sejarah tektonik kawasan tersebut, serta memahami hubungan antara formasi rijang dan gamping merah dengan proses subduksi dan deformasi tektonik yang terjadi di daerah Karangsambung. Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan wawasan mendalam mengenai perkembangan geologi dan tektonik di Karangsambung serta implikasinya terhadap struktur dan komposisi batuan setempat.

METODE

Dalam mengkaji penelitian ini, peneliti menggunakan jenis penelitian kualitatif deskriptif. Penelitian kualitatif merupakan suatu metode penelitian yang digunakan untuk mendapatkan pemahaman tentang kenyataan melalui proses berfikir induktif. Sedangkan penelitian kualitatif deskriptif merupakan suatu jenis penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan suatu fenomena yang ada baik yang bersifat alami maupun hasil dari rekayasa manusia. Menurut Yuliani & Siliwangi (2018), deskriptif kualitatif merupakan istilah yang digunakan dalam penelitian kualitatif untuk suatu kajian yang bersifat deskriptif. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan mengumpulkan, mengolah, menganalisis, serta menyajikan data secara deskriptif. Teknik ini digunakan untuk menganalisis suatu fenomena sosial yang kompleks serta memahami makna dari data yang telah dikumpulkan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dan studi pustaka (*library research*). Studi pustaka merupakan sebuah metode yang digunakan dalam penelitian dengan mencari sumber literatur sebagai penunjang dalam penelitian. Metode ini biasanya digunakan sebagai studi banding dari penelitian-penelitian sebelumnya. Adlini et al. (2022) berpendapat bahwa metode studi pustaka merupakan metode pengumpulan data dengan cara memahami dan mempelajari teori-teori dari berbagai literatur yang berkaitan dengan penelitian. Sedangkan metode observasi merupakan suatu kegiatan pengamatan, pencatatan, mencermati, dan memahami suatu fenomena baik secara langsung maupun tidak langsung untuk mendapatkan sebuah kesimpulan. Menurut Pujiyanto (2021), observasi dapat diartikan sebagai pengamatan terhadap suatu objek atau suatu permasalahan. Sedangkan menurut Hasibuan et al. (2023), merupakan suatu teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan dan disertai dengan pencatatan terhadap keadaan objek sasaran. Data

yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang diperoleh dari hasil observasi dan studi literatur.

Dalam menganalisis geokronologi batuan dasar samudra yang ada di kawasan cagar alam geologi Karangsambung, peneliti menggunakan metode penanggalan relative (*relative dating*). Metode penanggalan relative merupakan metode yang digunakan untuk menentukan urutan umur suatu batuan dan fosil berdasarkan posisi atau hubungan satu batuan dengan batuan lainnya. Metode penanggalan relatif digunakan untuk mendeskripsikan urutan umur batuan atau fosil yang ditemukan di Karangsambung dengan membandingkan objek atau peristiwa lain yang umurnya sudah diketahui. Menurut Diachenko et al. (2024), selama beberapa dekade, penanggalan relatif berfokus pada pemahaman tentang hubungan kronologis antara artefak dan membentuk cara yang digunakan untuk mengkategorikan data dan mendefinisikan hubungan taksonominya. Metode ini tidak dapat menentukan umur yang absolut, akan tetapi dapat memberikan informasi tentang urutan umur batuan. Dalam menentukan umur suatu batuan dengan metode penanggalan relatif, peneliti menerapkan prinsip horizontalitas, superposisi, dan suksesi fauna. Objek penelitian yang dikaji dalam penelitian ini adalah sejarah geologi dan geokronologi sampel batuan yang telah diperoleh di lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejarah Geologi Karangsambung

Karangsambung merupakan sebuah kecamatan yang terletak di kabupaten kebumen. Kecamatan ini terkenal karena adanya Lokasi Cagar Alam Geologi Nasional yang dikelola oleh Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung, yang berada di bawah naungan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cagar Alam Geologi Nasional Karangsambung berfungsi sebagai laboratorium alam yang sangat penting untuk mempelajari ilmu geologi secara khusus dan ilmu kebumian secara umum. Di kawasan ini, terdapat berbagai jenis batuan yang berusia antara 125 hingga 65 juta tahun yang lalu. Pada periode tersebut, kawasan Karangsambung merupakan dasar samudera yang kemudian mengalami perubahan geologis signifikan. Proses ini terjadi akibat tumbukan antara tiga lempeng tektonik, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Tumbukan ini mengakibatkan kawasan tersebut terangkat ke permukaan dan membentuk struktur pegunungan yang ada saat ini.

Laboratorium alam Karangsambung menyediakan peluang unik bagi para ilmuwan, peneliti, dan pelajar untuk mempelajari sejarah geologi bumi. Di sini, mereka dapat mengamati langsung berbagai formasi batuan dan memahami proses geologis yang kompleks, seperti pergerakan lempeng tektonik dan pembentukan pegunungan. Penelitian di Karangsambung tidak hanya penting untuk ilmu pengetahuan, tetapi juga memiliki implikasi praktis dalam bidang-bidang seperti mitigasi bencana dan eksplorasi sumber daya alam. Selain menjadi pusat penelitian, Karangsambung juga merupakan destinasi edukasi bagi masyarakat umum. Pengunjung dapat belajar tentang geologi melalui berbagai program edukatif yang disediakan oleh Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung.

Menurut Widya (2006), Karangsambung adalah sebuah kecamatan yang memiliki kontur perbukitan dengan formasi batuan yang berkelanjutan. Menurut catatan sejarah, jutaan tahun yang lalu, Karangsambung menjadi saksi dari sebuah fenomena alam yang luar biasa. Fenomena geologi ini berupa proses subduksi, yang menyebabkan terjadinya tabrakan antara batuan dasar laut. Tabrakan ini tidak terjadi secara instan, melainkan melalui proses yang sangat panjang. Akibat dari tabrakan tersebut, dasar laut terangkat relatif terhadap permukaan air laut dan berubah menjadi daratan. Daratan inilah yang kini dikenal sebagai Kecamatan Karangsambung.

Dahulu, arah subduksi di wilayah ini bergerak dari timur ke barat, dan kemungkinan besar memanjang dari Karangsambung hingga Kalimantan Selatan, yang memiliki karakteristik batuan serupa akibat proses pergeseran lempeng yang sama. Lempeng samudera yang bertemu dengan lempeng benua akan menunjам ke bawah karena memiliki berat jenis yang lebih tinggi. Proses subduksi ini terus berlanjut hingga mencapai kedalaman bumi dengan suhu dan tekanan tinggi, menyebabkan batuan meleleh dan sebagian keluar ke permukaan. Singkapan batuan kuno di

Karangsambung perlahan terangkat ke permukaan akibat erosi tanah. Dari sini, dapat disimpulkan bahwa Karangsambung dulunya adalah bagian dari batuan dasar laut.

Satyana (2018) melakukan penelitian mengenai rekonstruksi jalur subduksi di Jawa pada periode Kapur Awal. Dalam penelitian ini, Luk Ulo di Karangsambung diidentifikasi sebagai zona tumbukan antara mikro-kontinen Jawa Timur dengan Pulau Jawa. Hal ini menunjukkan kemungkinan besar bahwa Karangsambung merupakan zona suture dari tumbukan tersebut. Menurut Noeradi et al. (2006), terdapat jalur sesar sinistral dengan arah sekitar N 70°E yang diduga memainkan peran penting dalam eksposur batuan-batuan tua berumur Kapur di daerah Karangsambung. Sesar ini kemungkinan besar berkontribusi terhadap proses tersingkapnya batuan tua tersebut. Selain itu, TUAKIA et al., (2015) menyebutkan adanya keberadaan kompleks melang Larangan di bagian utara yang terpisah dari kompleks melang Luk Ulo. Umur kompleks Larangan ini diperkirakan berasal dari Eosen Akhir, yang pembentukannya terkait dengan peristiwa tumbukan benua mikro yang terlepas dari Gondwana di selatan dengan bagian timur daratan Sunda. Peristiwa tumbukan ini terjadi setelah periode Paleosen dan berlangsung hingga permulaan Oligosen Awal.

Keberadaan sesar sinistral dan kompleks melang menunjukkan dinamika geologis yang kompleks, mencerminkan interaksi antara berbagai lempeng tektonik dan mikro-kontinen. Tumbukan dan pergeseran ini tidak hanya membentuk struktur geologi yang ada saat ini, tetapi juga mempengaruhi proses sedimentasi dan eksposur batuan-batuan tua di wilayah tersebut. Dengan memahami rekonstruksi jalur subduksi dan sejarah geologis ini, kita dapat memperoleh gambaran lebih jelas tentang evolusi tektonik dan geologi di Pulau Jawa.

Batuan Dasar Samudera

Rijang berlapis gamping merah yang terdapat di Karang Sambung, Kebumen, merupakan formasi geologis yang sangat menarik dan memiliki nilai ilmiah penting. Formasi ini tidak hanya menunjukkan keindahan alam yang unik, tetapi juga memberikan wawasan tentang sejarah geologi dan proses sedimentasi yang terjadi jutaan tahun yang lalu. Prinsip horizontalitas asli, yang menyatakan bahwa lapisan batuan sedimenter pada awalnya diendapkan secara horizontal, dapat dilihat dengan jelas pada formasi ini. Dengan mengamati rijang dan gamping merah yang berlapis-lapis, para geolog dapat mempelajari kondisi lingkungan purba serta proses-proses geologis yang berperan dalam pembentukan lapisan-lapisan tersebut. Rijang, sebagai batuan sedimen silika, sering terbentuk di lingkungan laut dalam. Pembentukannya melibatkan pengendapan partikel-partikel silika yang sangat halus di dasar laut, sering kali berasal dari sisa-sisa organisme mikroskopis seperti radiolaria. Lapisan rijang yang ditemukan di Karang Sambung menunjukkan bahwa wilayah ini dulunya merupakan dasar laut dalam. Sementara itu, gamping merah yang berasosiasi dengan rijang ini menambah dimensi lain dalam interpretasi geologis, menunjukkan adanya kandungan besi yang memberikan warna kemerahan pada batu kapur tersebut. Gamping merah ini bisa terbentuk dalam kondisi di mana ada suplai material besi yang cukup, yang kemudian teroksidasi dan memberikan warna khasnya.

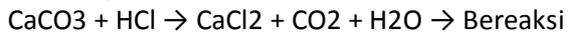
Proses geologis yang terjadi setelah pengendapan awal lapisan-lapisan ini juga sangat penting untuk dipelajari. Setelah diendapkan secara horizontal, lapisan-lapisan rijang dan gamping merah ini bisa mengalami berbagai proses deformasi, seperti tektonisme yang menyebabkan lipatan dan patahan. Studi tentang bagaimana lapisan-lapisan ini berubah dari posisi horizontalnya memberikan wawasan tentang dinamika lempeng tektonik dan sejarah geologis daerah tersebut. Dengan mempelajari formasi rijang berlapis gamping merah di Karang Sambung, para ilmuwan dapat merekonstruksi kondisi geologis masa lalu dan memahami lebih baik evolusi geologis kawasan ini.

Batuan lempung merah gampingan berlapis dengan rijang merupakan jenis batuan sedimen yang umum ditemukan di wilayah Karangsambung. Kedua jenis batuan ini menunjukkan karakteristik umum batuan sedimen, yaitu berlapis-lapis akibat proses pengendapan yang berlangsung secara berulang dalam lingkungan geologis tertentu. Di Karangsambung, lapisan batuan ini sering kali ditemukan dalam posisi vertikal, yang diakibatkan oleh tekanan aktivitas tektonik selama jutaan tahun. Proses tektonik ini menyebabkan deformasi yang signifikan pada lapisan batuan, memaksa

lapisan yang awalnya horizontal untuk berdiri hampir tegak. Perubahan orientasi lapisan ini memberikan wawasan berharga mengenai sejarah geologis dan dinamika lempeng tektonik di wilayah tersebut. Batuan gamping merah sebagian besar terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3), yang menunjukkan lingkungan pengendapan yang kaya akan organisme laut yang berkapur. Warna merah pada batuan gamping ini disebabkan oleh kandungan besi yang teroksidasi, memberikan warna merah terang yang khas. Sementara itu, rijang terutama terdiri dari silika (SiO_2) dan besi, menunjukkan pembentukan di lingkungan laut dalam dengan suplai silika dari organisme mikroskopis seperti radiolaria. Dari segi penampilan, batuan gamping memiliki warna merah terang yang kontras dengan rijang yang berwarna merah gelap. Teksturnya juga berbeda; batuan gamping lebih kasar dan berpori, sedangkan rijang lebih halus dan padat. Perbedaan dalam komposisi dan tekstur ini mencerminkan kondisi pengendapan yang berbeda dan memberikan petunjuk mengenai proses geologis yang berlangsung di masa lampau.

Untuk membedakan antara batuan gamping merah dan rijang, dapat dilakukan pengujian sederhana menggunakan larutan asam klorida (HCl). Ketika larutan HCl diteteskan pada batuan gamping merah, akan terjadi reaksi kimia yang menghasilkan gelembung-gelembung gas karbon dioksida (CO_2) sebagai tanda adanya kalsium karbonat (CaCO_3) dalam batuan tersebut. Reaksi ini dapat dituliskan sebagai berikut:

a. Gamping Merah:

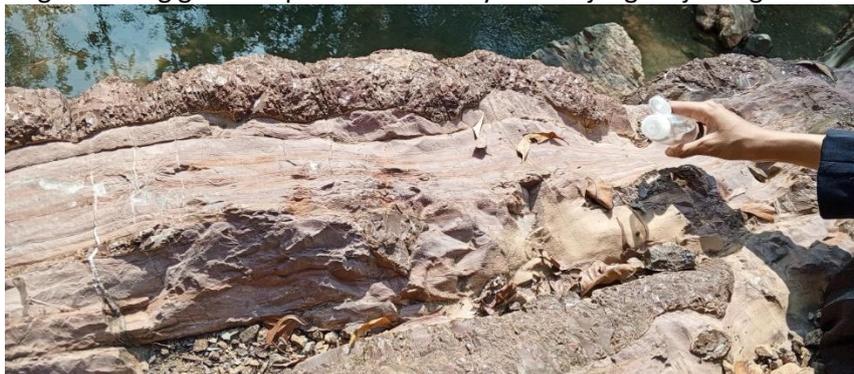


Reaksi ini menunjukkan bahwa gamping merah bereaksi dengan asam, membentuk kalsium klorida, karbon dioksida, dan air. Reaksi ini terjadi karena komposisi kalsium karbonat pada gamping merah yang bersifat basa.

b. Rijang:



Pada rijang, tidak terjadi reaksi dengan asam klorida, menunjukkan bahwa rijang tidak bereaksi dengan asam. Hal ini disebabkan oleh komposisi utama rijang yang terdiri dari silika (SiO_2), yang inert terhadap larutan asam klorida. Karena silika tidak bereaksi dengan HCl , tidak akan muncul gelembung gas atau perubahan lainnya saat rijang diuji dengan larutan ini.



Gambar 1. Singkapan batu rijang berlapis gamping merah

Menurut Ketner et al. (1976) Batu gamping berbesi dan rijang merah yang berlapis kemungkinan terbentuk dari sedimen hemipelagik yang terendapkan di laut terbuka, jauh dari sumber detritus utama yang biasanya membentuk sebagian besar urutan batuan sedimen. Sedimen hemipelagik ini terdiri dari campuran material organik dan anorganik yang diendapkan perlahan di dasar laut dalam. Pembentukan batu gamping berbesi dan rijang merah mencerminkan lingkungan laut dalam yang stabil dan tenang, di mana partikel halus seperti silika dan kalsium karbonat dapat mengendap tanpa banyak gangguan. Jarak yang jauh dari daratan memastikan bahwa sedikit sekali material detritus kasar yang mencapai area ini, memungkinkan pembentukan lapisan yang murni dan konsisten.

Lingkungan pengendapan ini juga mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia dari batuan yang terbentuk. Batu gamping berbesi memperoleh warna merahnya dari oksidasi besi yang terdistribusi dalam kalsium karbonat, menunjukkan adanya kondisi oksidatif selama atau setelah pengendapan.

Sementara itu, rijang merah yang berlapis menunjukkan bahwa silika yang membentuknya berasal dari sumber biogenik seperti radiolaria dan diatom yang hidup di kolom air atas dan kemudian mati dan tenggelam ke dasar laut. Proses pengendapan yang lambat dan terus-menerus ini menghasilkan batuan yang padat dan berlapis-lapis, mencatat kondisi lingkungan laut dalam pada masa pembentukannya. Analisis terhadap batu gamping berbesi dan rijang merah ini dapat memberikan wawasan berharga tentang kondisi oseanografik dan iklim bumi pada waktu lampau.

Geokronologi Batuan

Dalam menganalisis geokronologi, terdapat dua metode utama untuk penanggalan batuan: metode penanggalan relatif (*relative dating*) dan metode penanggalan absolut (*absolute dating*). Metode penanggalan relatif digunakan untuk menentukan urutan peristiwa geologi tanpa menetapkan usia sebenarnya, sementara metode penanggalan absolut memberikan usia numerik pada batuan atau fosil. Pada kasus ini, peneliti menggunakan metode penanggalan relatif yang menerapkan tiga prinsip penting: prinsip horizontalitas asli (*original horizontality*), prinsip superposisi (*superposition*), dan prinsip suksesi fauna (*faunal succession*). Dengan memperhatikan ketiga prinsip tersebut, analisis dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Prinsip Horizontalitas Asli (*Original Horizontality*)

Prinsip horizontalitas menyatakan bahwa pada saat awal pengendapan, lapisan batuan sedimen memiliki posisi yang horizontal, kecuali jika berada di tepi cekungan yang memiliki sudut kemiringan asli (*initial-dip*) karena struktur dasar cekungan yang cenderung miring. Ini berarti bahwa secara umum, lapisan-lapisan batuan terbentuk dalam posisi datar, namun di daerah-daerah tertentu yang berbatasan dengan cekungan geologis, kemungkinan memiliki sudut kemiringan awal karena kondisi geologis yang spesifik (Teknik & Pakuan, 2012). Jika lapisan ini sekarang ditemukan dalam posisi miring atau vertikal, perubahan tersebut disebabkan oleh aktivitas geologis setelah pengendapan. Di Karangsambung, lapisan-lapisan rijang dan gamping merah pada awalnya diendapkan secara horizontal di lingkungan laut dalam. Namun, aktivitas tektonik yang intens selama jutaan tahun menyebabkan lapisan-lapisan ini menjadi vertikal atau terlipat. Dengan demikian, perubahan posisi lapisan ini memberikan petunjuk mengenai sejarah deformasi tektonik di wilayah tersebut.

2. Prinsip Superposisi (*Superposition*)

Menurut Starima et al. (2022) Prinsip superposisi menjelaskan bahwa urutan batuan dalam suatu formasi geologis menunjukkan usia relatif, di mana batuan yang berada di atas secara umum lebih muda daripada yang berada di bawahnya. Dengan kata lain, setiap lapisan batuan membawa jejak waktu yang jelas, dengan yang lebih muda terdeposisi di atas yang lebih tua. Sementara itu, prinsip kontinuitas asli menegaskan bahwa lapisan batuan membentang secara berkelanjutan di sepanjang area pengamatan, mengindikasikan proses pengendapan yang berlangsung secara terus-menerus dalam sejarah geologis suatu daerah. Kombinasi kedua prinsip ini membantu para geolog dalam memahami sejarah pengendapan dan evolusi geologi suatu wilayah dengan menganalisis urutan dan kelanjutan lapisan batuan. Hal ini memungkinkan peneliti untuk menyusun urutan relatif dari peristiwa pengendapan. Di Karangsambung, batuan rijang dan gamping merah yang ditemukan dalam urutan vertikal atau terlipat dapat dianalisis dengan mempertimbangkan prinsip ini, meskipun deformasi tektonik mungkin telah membalikkan beberapa lapisan. Identifikasi urutan lapisan yang tidak terganggu dapat membantu memahami urutan deposisi asli dan perubahan yang terjadi setelahnya.

3. Prinsip Suksesi Fauna (*Faunal Succession*)

Prinsip suksesi fauna menyatakan bahwa fosil dalam lapisan batuan sedimen akan muncul dalam urutan yang dapat diprediksi dan karakteristik fosil dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menanggal usia relatif dari lapisan batuan. Di Karangsambung, batuan sedimen yang mengandung fosil seperti radiolaria dalam rijang merah dapat memberikan informasi penting tentang usia dan lingkungan pengendapan batuan tersebut. Dengan membandingkan fosil yang ditemukan di berbagai lapisan, peneliti dapat menyusun urutan waktu relatif dari peristiwa

geologi yang terjadi di wilayah tersebut. Dengan memperhatikan ketiga prinsip ini, peneliti dapat menyimpulkan bahwa formasi rijang dan gamping merah di Karangsambung terbentuk melalui serangkaian peristiwa deposisi dan deformasi yang kompleks. Rijang yang berasal dari periode Kapur Akhir, dibuktikan oleh kehadiran fosil Radiolaria yang berukuran 0,1 mm, terbentuk sebagai endapan di laut dalam. Batuan ini merupakan warisan geologi yang unik karena kemiripannya dengan lapisan kue berwarna merah yang jarang ditemukan di daerah lain di Indonesia (Wakita et al., 1994). Lapisan-lapisan ini awalnya diendapkan secara horizontal di lingkungan laut dalam dan kemudian mengalami deformasi akibat aktivitas tektonik. Urutan lapisan dapat diidentifikasi berdasarkan prinsip superposisi, dan fosil dalam lapisan ini dapat memberikan petunjuk tambahan mengenai usia dan lingkungan pengendapan. Analisis ini tidak hanya memberikan wawasan tentang sejarah geologi Karangsambung tetapi juga membantu memahami dinamika tektonik yang membentuk wilayah tersebut.

Dengan mempertimbangkan ketiga prinsip tersebut, dapat disimpulkan bahwa formasi rijang dan gamping merah di Karangsambung terbentuk melalui serangkaian peristiwa deposisi dan deformasi yang kompleks. Deposisi awal terjadi ketika lapisan rijang dan gamping merah diendapkan secara horizontal di lingkungan laut dalam selama periode Kapur Akhir atau 100 hingga 66 juta tahun yang lalu. Kehadiran fosil Radiolaria dalam rijang merah menunjukkan bahwa batuan ini terbentuk sebagai endapan laut dalam pada periode tersebut. Setelah deposisi awal, wilayah Karangsambung mengalami aktivitas tektonik yang intens, yang menyebabkan lapisan-lapisan sedimen yang awalnya horizontal menjadi miring, vertikal, atau terlipat. Fosil-fosil dalam lapisan rijang dan gamping merah memberikan petunjuk tambahan mengenai usia dan lingkungan pengendapan, di mana fosil Radiolaria yang ditemukan dalam rijang merah mengindikasikan bahwa batuan ini berasal dari periode Kapur Akhir. Dengan demikian, analisis geokronologi batuan rijang berlapis gamping merah di Karangsambung memberikan wawasan tentang sejarah geologi wilayah tersebut, termasuk deposisi awal di lingkungan laut dalam dan deformasi akibat aktivitas tektonik.

KESIMPULAN

Kawasan karangsambung merupakan kawasan cagar alam geologi yang terletak pada kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Karangsambung memiliki berbagai jenis batuan dasar samudra yang berusia antara 125 hingga 65 juta tahun lalu yang dimana didalamnya mengalami proses yang cukup kompleks. Karangsambung terbentuk dari adanya proses kolisi antara lempeng benua dan samudra sehingga dapat membentuk morfografi daripada kawasan karangsambung ini. Pada daerah Karangsambung memiliki beberapa formasi, salah satunya adalah formasi melange. Formasi melange terletak pada sebelah utara daripada kawasan karangsambung yang dimana pada formasi melang tersebut terdapat batuan seperti rijang dan gamping merah. Batuan rijang dan gamping merah yang ditemukan pada formasi melang cukup memberikan pembuktian bahwa batuan pada formasi tersebut berasal dari dasar samudra yang dimana proses tersingkapnya didasari oleh serangkaian peristiwa deposisi dan deformasi yang cukup kompleks.

Dalam proses terbentuknya batuan rijang dan gamping merah terdapat tiga prinsip yang dapat dijadikan sebagai patokan untuk mengetahui proses pembentukannya: 1. Prinsip horizontal, dimana batuan sedimen pada awal pengendapan mempunyai morfologi yang datar dan kemudian menjadi cekung dan miring apabila terjadi proses geologi yang kompleks; 2. Prinsip superposisi, yang dimana semakin tinggi letak lapisannya maka semakin muda pula usia batuan tersebut dibandingkan dengan usia batuan dibawahnya; 3. Prinsip sukesi, pada prinsip ini fosil akan bermunculan dalam lapisan batuan sedimen dan dapat diidentifikasi dan diprediksi dari karakteristik fosil tersebut. Dengan mempertimbangkan ketiga prinsip tersebut, dapat disimpulkan bahwa batu rijang berlapis gamping merah di Karangsambung berusia Kapur Akhir atau 100-66 juta tahun yang lalu.

REFERENSI

Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., Chotimah, O., & Merliyana, S. J. (2022). Metode Penelitian

Kualitatif Studi Pustaka. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 974–980.
<https://doi.org/10.33487/edumaspul.v6i1.3394>

Diachenko, A., Harper, T. K., Chernovol, D. K., Bodean, S., Levinzon, Y., Rassamakin, Y. Y., Sokhatskyi, M. P., Shumova, V. A., Eccles, L. R., Kennett, D. J., & Sobkowiak-Tabaka, I. (2024). Testing scale-dependent temporal and spatial biases in relative chronology using AMS 14C dating: A case study of Early–Middle Cucuteni-Tripolye sites in Southeastern Europe. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 55, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104495>

Harsolumakso, A. H., & Noeradi, D. (1996). Deformasi pada Formasi Karangsembung , di daerah Luk Ulo , Kebumen , Jawa Tengah. *Buletin Geologi*, 26(1), 45–54.

Hasibuan, M. P., Azmi, R., Arjuna, D. B., & Rahayu, S. U. (2023). Analisis Pengukuran Temperatur Udara Dengan Metode Observasi Analysis of Air Temperature Measurements Using the Observational Method. *GABDIMAS:Jurnal Garuda Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 8–15.

Ketner, K. B., Kastowo, Modjo, S., Naeser, C. W., Obradovich, J. D., Robinson, K., Suptandar, T., & Wikarno. (1976). Pre-Eocene rocks of Java, Indonesia. *Journal Research U.S. Geological Survey*, 4(5), 605–614.

Kusnadi, A.(2004). Analisis Tegasan Purba Untuk Menentukan Tektogenesis Kompleks Melange Luk-Ulo Karang Sambung, Jawa Tengah. *MINDAGI Vol. 7 No. 1*.

Noeradi, D., Subroto, E. A., Wahono, H.E., H., & Zaim, Y. (2006). Basin Evolution and Hydrocarbon Potential of Majalengka-Bumiayu Transpression Basin, Java Island, Indonesia. *AAPG International Conference and Exhibition November 5-8, 2006 Perth, West Australia*, 1(November 2006), 90061.

Nur Hamidatur Rohmah, & Pandanwangi, B. (2023). Desain Identitas Visual Museum Melange Karangsembung Dengan Teknik Design Thinking. *Jurnal Bahasa Rupa*, 06(03), 237–251.

Pujiyanto, H. (2021). Metode Observasi Lingkungan dalam Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa MTs. *JIRA: Jurnal Inovasi Dan Riset Akademik*, 2(6). <https://doi.org/10.47387/jira.v2i6.143>

Satyana, H. (2018). *New Consideration on the Cretaceous Subduction Zone of Ciletuh-Luk Ulo-Bayat-Meratus: Implications for Southeast Sundaland Petroleum Geology*. May, 2014. <https://doi.org/10.29118/ipa.0.14.g.129>

Selatan, S., Selatan, U. L. U., & Selatan, S. (2023). *ANALISIS PETROLOGI DAN PETROGRAFI BATU RIJANG DI DAERAH BUNGIN CAMPANG KECAMATAN SIMPANG KABUPATEN OGAN KOMERING ULU*. May, 0–4.

Setyadi, A. (2012). *Studi Komparasi Pengelolaan Geopark di Dunia*. 8(4), 392–402.

Starima, P., Log, P., Gamma, S., Rusanditia, L. P. D., & Huda, M. (2022). *Jurnal EurekaMatika*. 10(2), 141–150.

Teknik, F., & Pakuan, U. (2012). *G E O L O G I c*.

TUAKIA, M. Z., SAPIIE, B., & HARSOLUMAKSO, A. H. (2015). Karakteristik dan deformasi pada Satuan Larangan, Banjarnegara, Jawa Tengah. *Buletin Geologi*, 42(1), 41–57.

Wakita, K., Munasri, & Bambang, W. (1994). Cretaceous radiolarians from the Luk-Ulo Melange Complex in the Karangsambung area, central Java, Indonesia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 9(1–2), 29–43. [https://doi.org/10.1016/0743-9547\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0743-9547(94)90063-9)

Widya, A. (2006). *Cagar Alam Nasional Geologi Karangsambung Kecamatan Kebumen Jawa Tengah*.
Yuliani, W., & Siliwangi, I. (2018). Metode Penelitian Deskriptif Kualitatif dalam Perspektif Bimbingan dan Konseling. *QUANTA*, 2(2), 83–91. <https://doi.org/10.22460/q.v1i1p1-10.497>