

## Studi fasies dan diagenesis batuan karbonat Formasi Rumu Daerah Kumbewaha dan sekitarnya Kabupaten Buton, Sulawesi Tenggara

Nopri Asharun<sup>1\*</sup>, Harisma<sup>1</sup>, Erzam S. Hasan<sup>1</sup>, Hasria<sup>1</sup>, Erwin Anshari<sup>2</sup>,  
Rio Irhan Mais Cendra Jaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

\*Email korespondensi: [nopryashrun17@gmail.com](mailto:nopryashrun17@gmail.com)

Tel: +62-85395598198

### SARI

Daerah penelitian terletak di Desa Kumbewaha, Kecamatan Siontapina, Kabupaten Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. Posisi geografis daerah penelitian terletak pada koordinat  $5^{\circ}24'0'' - 5^{\circ}24'45''$  LS dan  $123^{\circ}4'15'' - 123^{\circ}5'30''$  BT. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan jenis fasies, proses diagenesis, serta lingkungan diagenesis batuan karbonat Formasi Rumu yang diinterpretasi berdasarkan sayatan tipis. Hasil penelitian menunjukkan fasies yang berkembang pada Formasi Rumu yaitu fasies *packstone* dan fasies *wackestone* dengan tiga zonasi pengendapan berupa zona laut dangkal, zona peralihan, dan zona laut dalam. Proses diagenesis yang terjadi pada daerah penelitian Formasi Rumu adalah *micritisasi microbial*, kompaksi, pelarutan dan sementasi, sedangkan untuk lingkungan diagenesis yang berkembang yaitu *marine phreatic*, *burial environment*, *meteoric phreatic*, dan *meteoric vadose*.

**Kata kunci:** Formasi Rumu, fasies, diagenesis, batuan karbonat

### ABSTRACT

*The research's area was located in the Kumbewaha village, Siontapina Sub-district, Buton Regency, Southeast Sulawesi. Geographically, the position of this area was at  $5^{\circ}24'0''-5^{\circ}22'45''$  LS and  $123^{\circ}4'15''-123^{\circ}5'30''$  LS. The goal is to determine type facies, diagenesis process, and diagenesis environment of carbonate rock of Rumu Formation using thin-section petrography. Based on the research conducted, facies develop in the Rumu Formation are packstone facies and wackestone facies with three depositional zones in the form of the shallow marine zone, transition zone, and deep marine zone. The diagenesis processes in the Rumu Formation of research area are micritization microbial, compaction, dissolution, and cementation. While for the developing diagenesis environment comprises zone marine phreatic, burial environment, meteoric phreatic, and meteoric vadose.*

**Keywords:** Rumu Formation, facies, diagenesis, carbonate rock

## 1 Pendahuluan

Daerah penelitian masuk ke dalam Zona Buton Selatan yaitu Formasi Rumu (Jr) yang memiliki umur Jura Akhir dimana penyebarannya terbatas sebagai fasies ekuivalen dengan suksesi Formasi Ogena. Formasi Rumu sendiri merupakan formasi yang litologinya terdiri atas perselingan batugamping merah, batulumpur, napal dan kalkarenit serta diendapkan pada lingkungan neritik dalam kondisi proses oksidasi berlangsung secara perlahan.

Batuan karbonat umumnya memiliki berbagai fasies yang sangat berbeda dengan batuan sedimen lainnya. Fasies dapat didefinisikan sebagai karakter tubuh batuan berdasarkan kombinasi

litologi, struktur fisik, atau biologi yang mempengaruhi aspek tubuh batuan satu dengan batuan lainnya. (Tucker dan Wright, 1990) menerangkan bahwa fasies adalah tubuh batuan yang dicirikan terutama oleh kombinasi litologi, sifat fisik, biologi, dan kimia.

Fasies dapat pula diartikan sebagai unit stratigrafi yang dibedakan oleh litologi, struktur, karakteristik organik yang terdeteksi di lapangan. Kata fasies diartikan berbeda-beda oleh para ahli. Namun umumnya mereka sepakat bahwa fasies merupakan ciri dari suatu satuan batuan sedimen. Ciri-ciri tersebut dapat berupa ciri fisik, kimia, dan biologi, seperti ukuran tubuh sedimen, struktur sedimen, besar dan bentuk butir, warna serta kandungan biologi dari batuan sedimen tersebut (Boggs, 2014).

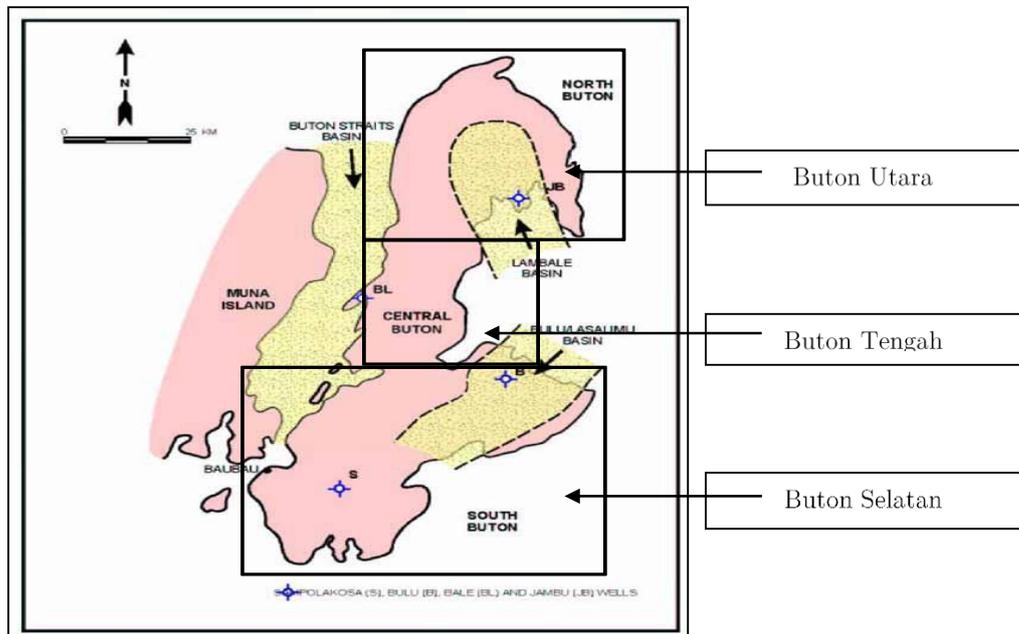
Diagenesis merupakan proses yang terjadi setelah proses sedimentasi pada suatu batuan meliputi proses kimia maupun fisika, namun perubahan ini bukan yang disebabkan oleh perubahan suhu maupun tekanan pada proses metamorfisme (Scholle dan Scholle, 2003). Diagenesis pada batuan karbonat meliputi beberapa tahap, yaitu tahap eogenesis, mesogenesis, dan telogenesis yang di dalamnya mencakup proses-proses kompaksi, sementasi, rekristalisasi, pelarutan, neomorfisme, autogenesis, replacement, bioturbasi, dolomitasi, dan pengangkatan oleh aktivitas tektonik.

Proses diagenesis dapat disebabkan oleh proses fisika, kimia, dan biologi. Perubahan sedimen akibat aktifitas organik merupakan proses awal diagenesis. Kompaksi merupakan proses fisika yang terjadi setelah material sedimen mengalami penimbunan dan berlanjut terus sampai ke tempat yang lebih dalam. Proses sementasi merupakan proses kimia yang dapat terjadi pada awal proses diagenesis dan terus berlanjut pada waktu material sedimen mengalami penimbunan dan pengangkatan (Tucker, 2001).

Ketersediaan singkapan batuan karbonat yang terdapat pada Formasi Rumu serta masih kurangnya penelitian mengenai studi fasies dan diagenesis batuan karbonat pada Formasi Rumu melatarbelakangi penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan fasies serta proses-proses diagenesis yang terdapat pada batuan karbonat Formasi Rumu daerah Kumbewaha dan sekitarnya, Kabupaten Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara.

## 2 Geologi regional

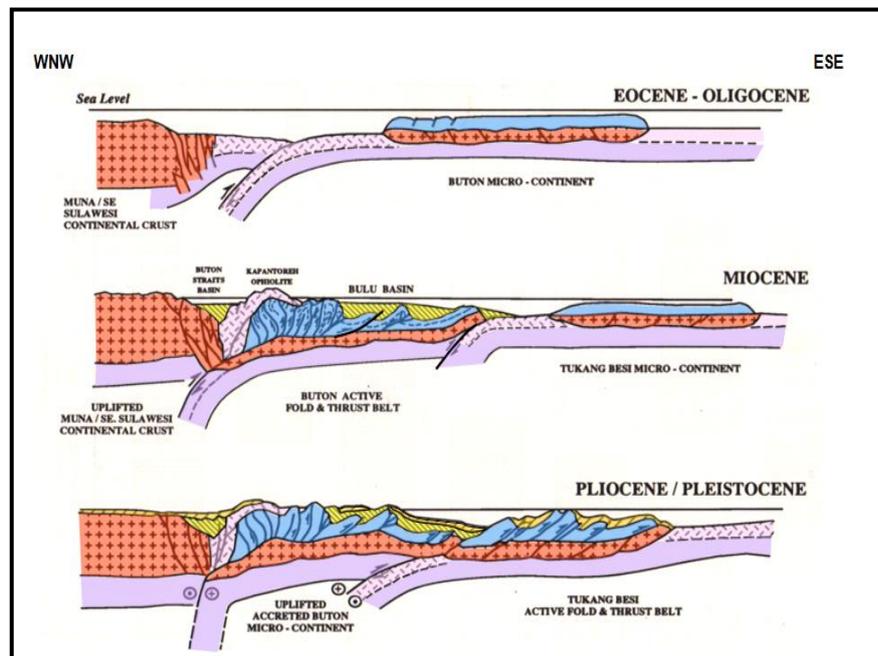
Pulau Buton dapat dibagi menjadi tiga zona berdasarkan fisiografi dan geomorfologinya (Gambar 1). Zona Buton Utara, yang didominasi oleh dataran rendah dan pegunungan pantai berbentuk tapal kuda berarah umum barat-laut-tenggara. Di bagian selatan dijumpai pegunungan berarah timurlaut dan hamparan koral yang memperlihatkan topografi karst. Zona Buton Tengah, didominasi oleh barisan pegunungan yang sedikit melengkung sepanjang utara-selatan, sedangkan pada pantai barat terdiri dari topografi dengan relief rendah berarah timurlaut. Zona Buton Selatan terdiri dari teras-teras terumbu yang terangkat dan topografi karst yang berupa *haystack* (perbukitan gamping) dan ditulangpunggungi oleh Pegunungan Kapantoreh (Davidson, 1991; Sikumbang dkk., 1995).



**Gambar 1.** Pembagian zona fisiografi Pulau Buton (Geoservices, 1990)

Stratigrafi Buton berkisar dari Permian sampai saat ini dan didominasi oleh karbonat marin yang didapatkan di lingkungan neritik luar-batial atas. (Davidson, 1991) mengelompokkan stratigrafi ke dalam empat satuan tektonostratigrafi, yaitu sedimentasi *pre-rift* oleh Formasi Doole, Formasi Winto, dan Formasi Ogena; sedimentasi *rift-drift* oleh Formasi Rumu dan Formasi Tobelo; sedimentasi *syn and post orogenic* yang terdiri dari Formasi Tondo dan Formasi Sampolakosa; sedimentasi deformasi yang lebih muda yaitu Formasi Wapulaka.

Fase tektonik telah terjadi beberapa kali dimulai sejak Pra-Eosen dengan pola tektonik sukar ditentukan karena seluruh batuan telah mengalami beberapa kali perlipatan dan pensesaran. Gerak tektonik utama yang membentuk pola struktur hingga sekarang diperkirakan terjadi pada masa Eosen-Oligosen yang membentuk struktur imbrikasi berarah timurlaut-baratdaya (Gambar 2). Kegiatan tektonik berikutnya terjadi antara Pliosen-Plistosen yang mengakibatkan terlipatnya batuan Pra-Pliosen. Kegiatan tektonik terakhir terjadi sejak Plistosen dan masih berlangsung hingga sekarang yang mengakibatkan terangkatnya Pulau Buton dan Pulau Muna secara perlahan, bersamaan dengan pembentukan batugamping terumbu Formasi Wapulaka yang menunjukkan undak-undak (Hadiwisastra, 2009). Peristiwa tektonik yang terjadi berulang-ulang menyebabkan batuan-batuan yang berumur lebih tua mengalami beberapa kali deformasi struktur, sehingga batuan yang lebih tua umumnya dijumpai dengan kemiringan lapisan yang relatif tajam, sedangkan batuan yang berumur lebih muda kemiringan lapisannya lebih landai dibandingkan dengan batuan yang berumur tua (Davidson, 1991).



Gambar 2. Model rekonstruksi tektonik lempeng di Pulau Buton (Davidson, 1991)

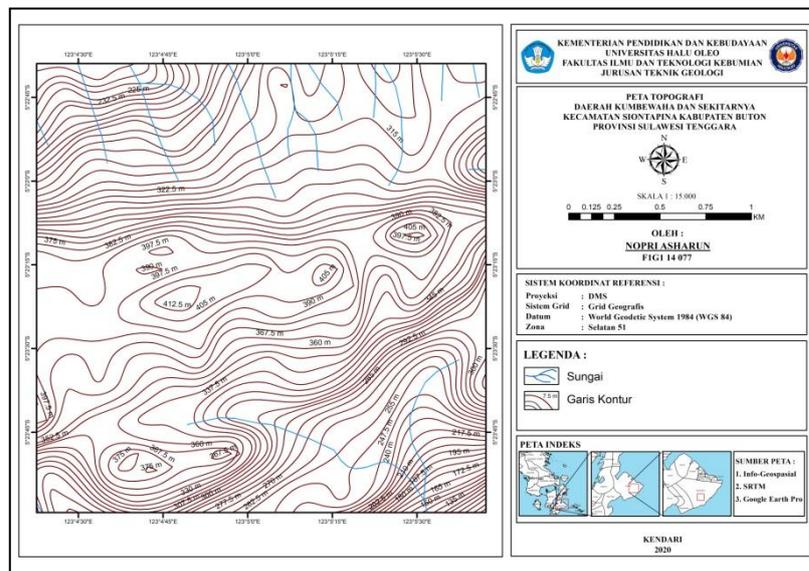
### 3 Metode penelitian

Tahap pengambilan data yang dilakukan yaitu pengambilan data primer sampel *hand specimen* batuan karbonat dalam enam stasiun litologi. Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan analisis laboratorium berupa analisis petrografi. Analisis petrografi dimaksudkan untuk melihat secara rinci kenampakan mikroskopis batuan pada sayatan tipis meliputi; jenis fragmen, ukuran, komposisi, dan presentase mineral penyusun batuan. Selanjutnya batuan karbonat diklasifikasikan berdasarkan Klasifikasi Dunham dan Klasifikasi Embry dan Klovan.

### 4 Hasil penelitian

#### 4.1 Fasies batuan karbonat

Dari hasil pengamatan lapangan dan sayatan petrografi pada daerah penelitian disimpulkan fasies yang berkembang pada daerah penelitian terdapat dua jenis fasies yaitu fasies *packstone* dan fasies *wackestone*. Fasies *packstone* dicirikan oleh keterdapatannya kandungan lumpur dan antar butiran saling bersinggungan. Batuan karbonat *packstone* memperlihatkan adanya pengarahannya butir dengan ukuran butir halus sampai dengan pasir kasar serta bentuk butir yang cenderung membulat tanggung sampai membulat. Sedangkan untuk fasies *wackestone* dicirikan dengan ukuran butir yang relatif halus (berkisar pada kalsilitit), serta fragmen berukuran kecil dan juga terdapat kelimpahan mikroorganisme berupa pecahan-pecahan koral.



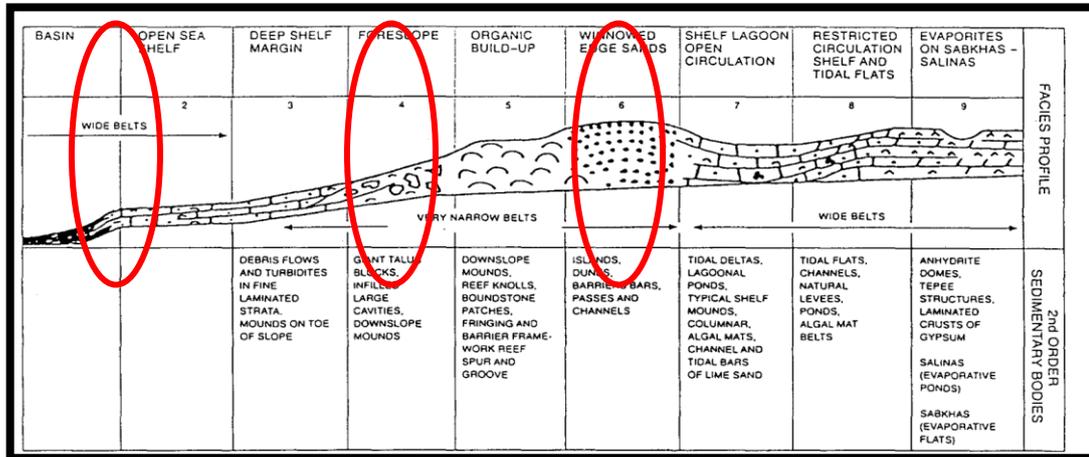
Gambar 3. Peta lokasi penelitian

Pada stasiun 1 dan stasiun 2 dengan bentuk butir yang cenderung membundar tanggung, dan memiliki ukuran butir yang berukuran pasir kasar merupakan fasies yang terendapkan pada zona yang relatif dekat dengan sumber material yang terbawa ketika terjadinya pasang surut serta berlangsung pada kondisi arus yang kurang tenang. Pada zona ini dipengaruhi oleh dua faktor yang pertama berasal dari darat dan yang kedua berasal dari laut. Zona ini terendapkan pada Zona 6 *sand on edge of platform facies* berdasarkan zona fasies (Flugel, 2009)

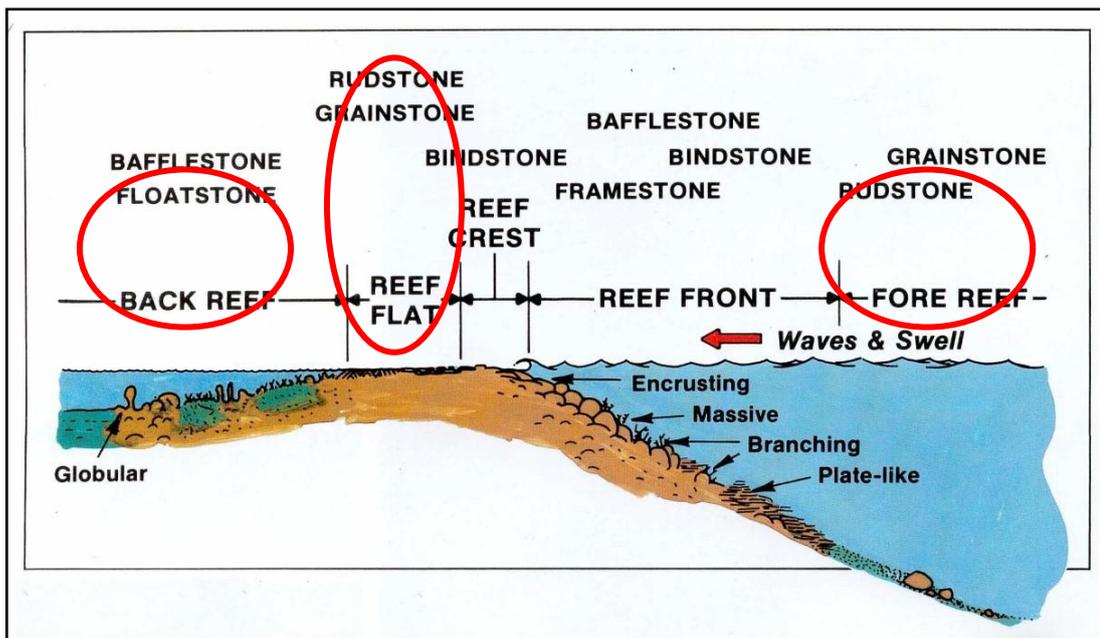
Pada stasiun 3 dengan ukuran butir yang relatif berukuran lebih halus berkisar antara lanau sampai dengan lempung dengan bentuk butir membundar, menandakan bahwa zona fasies ini terendapkan pada zona yang relatif jauh dari sumber material dan terbentuk pada kondisi arus lebih tenang. Pada zona ini faktor yang mempengaruhi hanyalah berasal dari laut saja. Zona ini terendapkan berkisar antara Zona 1 dan Zona 2 sepanjang *open sea shelf* hingga dengan zona *basin* (Gambar 4).

Sedangkan pada stasiun 4, stasiun 5, dan stasiun 6 memiliki bentuk butir yang cenderung membundar dengan kenampakan ukuran butir yang berukuran pasir sedang yang menandakan bahwa zona fasies ini terendapkan pada zona yang relatif mulai menjauh dari sumber material. Dimana pada zona fasies ini faktor pengaruh dari darat tidak terlalu mempengaruhi proses transportasi material sedimen karena lebih didominasi oleh faktor dari laut. Zona ini terendapkan pada Zona *fore slope facies*.

Jika mengacu pada klasifikasi Embry dan Klovan dijumpai pula dua jenis fasies yaitu fasies *rudstone* dan fasies *floatstone*. Fasies *rudstone* dicirikan dengan fragmen berukuran  $>2$  mm. Sedangkan untuk fasies *floatstone* dicirikan dengan kelimpahan lumpur sebagai *matrix supported*. Fasies *floatstone* dicirikan dengan butiran yang terdiri dari fragmen kerangka organik tidak lebih dari 10% yang tertanam dalam matriks karbonat. Untuk penentuan zona fasies digunakan zona fasies (Walker dan James, 1992) yang menempatkan *rudstone* pada lingkungan *reef float* dan *fore reef* sedangkan untuk *floatstone* sendiri ditempatkan pada lingkungan *back reef* (Gambar 5).



Gambar 4. Zona fasies batuan karbonat yang mencakup *open sea self hingga sand platform facies*.

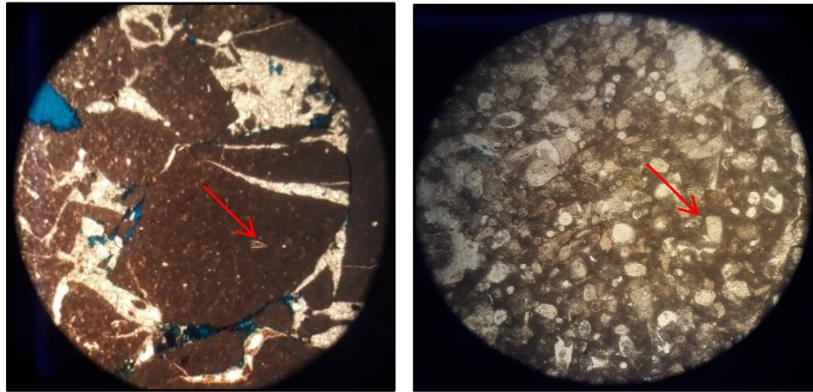


Gambar 5. Zona fasies batuan karbonat pada reef platform (Walker dan James, 1992)

#### 4.2 Diagenesis batuan karbonat

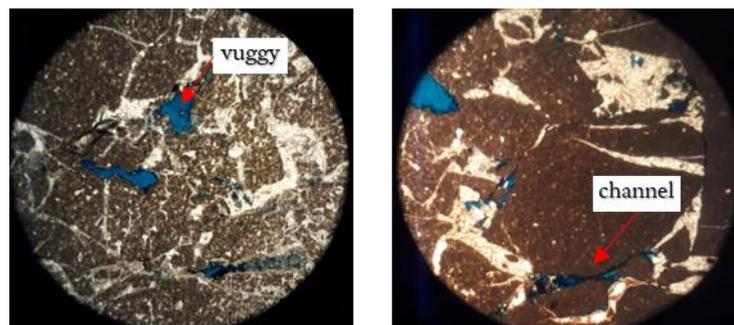
Berdasarkan hasil pengamatan pada sayatan petrografi dari contoh batuan karbonat produk diagenesis yang terdapat pada batuan karbonat Formasi Rumu mencakup mikritisasi mikrobial, pelarutan, sementasi, dan kompaksi. Mikritisasi mikrobial dicirikan pada butiran fosil terdapat selaput yang berfungsi melindungi cangkang fosil (Gambar 6) sehingga lebih tahan terhadap pelarutan. Selaput tersebut lebih resisten terhadap perubahan kondisi lingkungan sehingga ketika cangkang terlarutkan, selaput tersebut memberikan bentukan cangkang fosil tersebut. Mikritisasi

mikrobial merupakan produk yang terbentuk pada tahap awal yaitu lingkungan *marine phreatic* (Pomar, 2002).



**Gambar 6.** Stasiun 6 (a) dan 5 (b), Mikritisasi mikrobial terjadi pada cangkang fosil

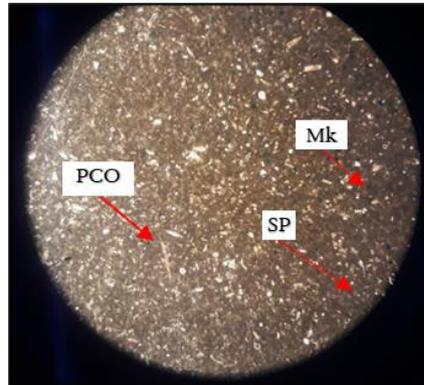
Proses pelarutan merupakan proses diagenesis penting yang menyebabkan meningkatnya porositas dan penipisan lapisan batuan sedimen terutama pada batuan yang mudah larut seperti batuan karbonat dan evaporit. Proses ini dikontrol oleh pH, Eh, temperatur, tekanan parsial  $\text{CO}_2$ , komposisi kimia dan ikatan ion (Boggs, 2009). Proses pelarutan juga dikontrol oleh porositas dan permeabilitas awal, mineralogi, dan ukuran butir sedimen. Material yang paling mudah larut dalam batugamping adalah semen kalsit, sehingga efek utama dari proses pelarutan adalah penghilangan semen. Produk ini terlihat hampir pada seluruh sayatan batuan karbonat yang mencirikan lingkungan *meteoric vadose*, yaitu pelarutan tanpa seleksi kemas berupa jenis gerowongan atau telah terbentuk seperti sebuah saluran (**Gambar 7**).



**Gambar 7.** Stasiun 1 (a) dan 6 (b), Pelarutan jenis saluran dan gerowong

Proses sementasi adalah proses dimana butiran sedimen direkatkan oleh material lain, dapat berasal dari airtanah atau hasil pelarutan mineral-mineral dalam sedimen itu sendiri. Material semennya dapat berupa karbonat ( $\text{CO}_3$ ), silika ( $\text{SiO}_2$ ), oksida besi ( $\text{FeO}_2$ ), ataupun mineral lempung (**Gambar 8**). Sementasi dengan keluarnya air dari ruang pori-pori, material yang terlarut di dalamnya mengendap dan merekatkan butiran-butiran sedimen. Proses ini menyebabkan porositas sedimen menjadi lebih kecil dibanding sebelumnya. Semen merupakan komponen batuan karbonat yang mengisi pori-pori dan merupakan hasil diagenesis atau hasil presipitasi

dalam pori batuan dari batuan yang telah ada. Produk ini berupa proses penyemenan ulang yang berasal dari lingkungan *meteoric phreatic*.



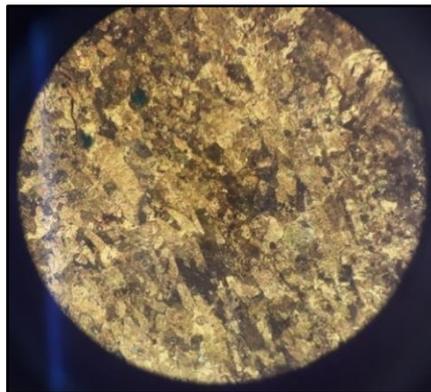
Gambar 8. Produk diagenesis sementasi

Produk kompaksi pada daerah penelitian berupa kompaksi mekanik. Kompaksi mekanik merupakan proses penyusunan kembali butiran sedimen sehingga menghasilkan hubungan antara butiran yang lebih rapat. Hasil dari proses kompaksi adalah penurunan porositas dan permeabilitas sedimen, desikasi fluida dan reduksi pori antara butiran diikuti penipisan perlapisan. Proses kompaksi pada umumnya terjadi akibat terbebannya lapisan akibat sedimen yang berada di atasnya, sehingga menyebabkan hubungan antar butir menjadi lebih dekat dan juga air yang terkandung dalam pori-pori lapisan tertekan keluar. Selain itu produk ini juga dapat dikatakan terbentuk karena adanya pembebanan dari material sedimen yang semakin lama semakin bertambah sehingga volume berkurang dan cairan yang mengisi pori bermigrasi ke atas, sehingga menyebabkan hubungan antar butir menjadi lebih rapat dan saling bersentuhan. Produk diagenesis ini biasanya merupakan produk penciri dari lingkungan diagenesis zona *burial*.

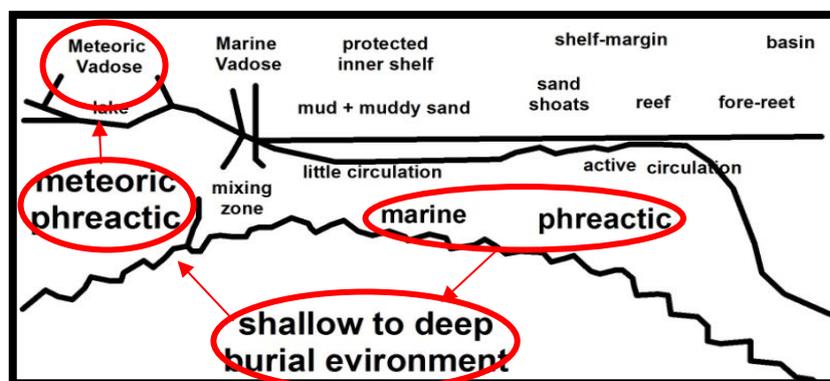
#### 4.3 Lingkungan diagenesis

Lingkungan diagenesis dimulai dari lingkungan *marine phreatic*. Pada lingkungan ini ditandai dengan hadirnya mikritisasi pada dinding fosil berupa lumpur karbonat yang terkonsentrasi pada bagian tepi butiran atau fosil akibat adanya aktivitas pengeboran (mikritisasi mikrobial). Lingkungan diagenesis kedua yaitu zona *burial environment*, dimana zona ini sangat dipengaruhi oleh tekanan dan juga temperatur yang mengakibatkan adanya pembebanan pada material sedimen. Proses ini membuat hubungan antar butir saling bersinggungan. Pada lingkungan *burial* ditandai dengan adanya proses kompaksi berupa kompaksi mekanik. Lingkungan diagenesis berikutnya yaitu *meteoric phreatic*, yang ditandai dengan adanya proses pencucian, neomorfisme butir yang diikuti dengan proses sementasi kalsit secara intensif. Lingkungan diagenesis terakhir yang terdapat pada daerah penelitian yaitu lingkungan *meteoric vadose*. Pada lingkungan ini ditandai dengan adanya pelarutan pada tubuh batuan yang berbentuk seperti gerowong (vug).

Sejarah diagenesis batuan karbonat Formasi Rumu (**Gambar 10**) fase pertama dimulai dari zaman Jura Akhir sampai dengan Kapur Awal yang ditandai dengan pengendapan material sedimen pada lingkungan laut, pada fase pertama ini lingkungan diagenesisnya terjadi pada zona *marine phreatic*. Kemudian dilanjutkan pada fase kedua, yang fase berakhirnya proses pengendapan material sedimen Formasi Rumu lalu diikuti dengan pengendapan dari Formasi Tobelo yang dimulai dari zaman Kapur Akhir sampai dengan Oligosen Akhir, dimana pada fase ini hasil Formasi Rumu ditindih secara selaras oleh pengendapan baru dari Formasi Tobelo. Pada fase kedua ini lingkungan diagenesisnya dalam zona *burial environment*. Berlanjut pada fase ketiga yang dimulai dari kala Miosen sampai dengan Pliosen, dimana pada fase ini hasil pengendapan dari Formasi Rumu tersingkap kembali pada lingkungan laut dangkal atau paparan, pada fase ketiga ini lingkungan diagenesisnya terjadi pada zona *meteoric phreatic*. Lalu pada fase keempat sekaligus fase terakhir dari sejarah diagenesis dari Formasi Rumu yang dimulai dari kala Pleistosen hingga saat ini (*recent*). Pada fase ini terjadi proses pengangkatan hingga tereksposnya pengendapan dari Formasi Rumu yang mengakibatkan rongga pada batuan terisi oleh udara dan juga air meteorik, pada fase ini lingkungan diagenesisnya terjadi pada zona *meteoric vadose*.



**Gambar 9.** Stasiun 4, Produk Diagenesis Kompaksi



**Gambar 10.** Lingkungan diagenesis daerah penelitian (Tucker dan Wright, 1990)

## 5 Kesimpulan

Fasies yang berkembang pada daerah penelitian terdiri dari fasies *packstone* dan fasies *wackestone*. *Packstone* dicirikan oleh kemas butir dan kehadiran lumpur yang memperlihatkan pengarahannya butir, sedangkan *wackestone* dicirikan oleh ukuran fragmen halus yang kaya akan pecahan koral. Kedua fasies menunjukkan batugamping terbentuk pada zona sand on edge platform spesifik pada *back reef* dan *fore reef*. Proses diagenesis yang dijumpai meliputi mikritisasi mikrobial, pelarutan, sementasi, dan kompaksi. Sejarah diagenesis diawali pada pengendapan dan pembentukan platform reef (Formasi Rumu) pada lingkungan marine phreatic, dilanjutkan dengan pengendapan dan kompaksi akibat oleh batugamping yang lebih muda (Formasi Tobelo) yang menunjukkan lingkungan burial. Pada fase tumbukan Formasi Rumu kembali tersingkap. Interaksi batugamping dan fluida pada lingkungan transisi menyebabkan proses diagenesis seperti pelarutan intens terjadi pada lingkungan *meteoric phreatic* hingga *meteoric vadose*.

## Referensi

- Boggs, S., 2014. Principles of Sedimentology and Stratigraphy, 5 ed. Pearson Education Limited, Edinburgh.
- Boggs, S., 2009. Petrology of sedimentary rocks, second edition, 2 ed, Petrology of Sedimentary Rocks, Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626487>
- Davidson, J.W., 1991. The geology and prospectivity of Buton Island, S.E. Sulawesi, Indonesia, in: Proceedings Indonesian Petroleum Association Twentieth Annual Convention. Indonesian Petroleum Association (IPA), Oktober, Jakarta, hal. 209–233. <https://doi.org/10.29118/IPA.2026.209.233>
- Flügel, E., 2009. Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation, and Application, 2 ed. Springer, New York.
- Geoservices, 1990. Pembagian zona fisiografi dan provinsi geomorfologi Pulau Buton. LAPI Institut Teknologi Bandung, Laporan tidak terpublikasi.
- Hadiwisastro, S., 2009. Kondisi Aspal Alam dalam Cekungan Buton. Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan 19, 49–57. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2009.v19.22>
- Pomar, L., 2002. Types of carbonate platforms: a genetic approach. Basin Research 13, 313–334. <https://doi.org/10.1046/j.0950-091x.2001.00152.x>
- Scholle, P.A., Scholle, D.S.U., 2003. A color guide to the petrography of carbonate rocks: grains, textures, porosity, diagenesis. American Association of Petroleum Geologists, Oklahoma.
- Sikumbang, N., Sanyoto, P., Supandjono, R.J.B., Gafoer, S., 1995. Peta Geologi Lembar Buton, Sulawesi Tenggara, Skala 1:250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Tucker, M.E., 2001. Sedimentary Petrology: An Introduction to the origin of Sedimentary Rocks, 3 ed. Blackwell Science, Victoria.
- Tucker, M.E., Wright, V.P., 1990. Carbonate Sedimentology, 1 ed. Blackwell Science Ltd, United Kingdom, England. <https://doi.org/10.1002/9781444314175>

Walker, R.G., James, N.P., 1992. Facies Models: Response to sea level change. Geological Association of Canada, Ontario Canada.