



**Protolit Batuan Metamorf di Pegunungan Rumbia Kabupaten Bombana,
Provinsi Sulawesi Tenggara, Indonesia**
*Protolith of Metamorphic Rocks in the Rumbia Mountains, Bombana Regency,
Southeast Sulawesi Province, Indonesia*

Hasria¹, Arifudin Idrus², dan I Wayan Warmada²

¹Jurusan Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo, Kendari

²Departemen Teknik Geologi, UGM, Yogyakarta

e-mail : hasriageologi@gmail.com

Naskah diterima: 23 Juli 2021, Revisi terakhir: 13 Januari 2022, Disetujui: 21 Februari 2022, Online: 22 Februari 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v23.1.25-33>

Abstrak - Penelitian ini dilakukan di Pegunungan Rumbia, Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara. Tujuan studi ini adalah untuk menganalisis protolit batuan metamorf di daerah Pegunungan Rumbia. Metode penyelidikan yang digunakan adalah studi pustaka, pekerjaan lapangan, analisis laboratorium dengan metode petrografi dan ICP-AES (*Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy*) serta interpretasi data. Hasil penyelidikan menunjukkan bahwa protolit batuan metamorf di Pegunungan Rumbia berasal dari batuan sedimen, yakni batuan pelitik dan *greywacke* pada fasies sekis hijau dengan derajat metamorfisme mulai sangat rendah hingga sedang.

Katakunci: Batuan sedimen, *greywacke*, pelitik, protolit, sekis hijau.

Abstract - This investigation was conducted in the Rumbia Mountains, Bombana Regency, Southeast Sulawesi Province. The purpose of this study was to analyze the metamorphic rock protoliths in the study area. The investigation method used is literature study, fieldwork, laboratory analysis with petrographic and ICP-AES (*Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy*) analysis as well as data interpretation. The results showed that the protoliths of metamorphic rocks in the Rumbia Mountains were derived from sedimentary rocks, consist of pelitic and *greywacke* rocks in the greenschist facies with a very low to medium grade metamorphism.

Keywords: Sedimentary rocks, *greywacke*, pelitic, protolith, greenschist.

PENDAHULUAN

Metamorfisme merupakan perubahan komposisi kimia, mineralogi dan struktur batuan yang disebabkan temperatur dan tekanan yang terjadi pada kerak dan mantel bumi. Batuan metamorf merupakan batuan yang telah mengalami perubahan mineralogi dan karakteristik struktur yang disebabkan oleh proses metamorfisme (Bucher dan Frey, 2001; Bucher dan Grapes, 2011). Faktor yang mempengaruhi metamorfisme secara langsung adalah tekanan, temperatur dan fluida metamorf (Yardley, 1989).

Kenaikan tekanan dan temperatur akan mengubah komposisi mineral apabila melampaui batas kestabilan dan hubungan antar butir sehingga proses metamorfisme akan membentuk batuan yang berbeda dengan batuan asalnya (Bucher dan Frey, 2001). Batuan asal atau disebut protolit dari batuan metamorf berdasarkan Winkler (1979) terdiri atas batuan basal-andesit, pelitik dan *greywacke* serta batulempung dan serpih.

Batuan pelitik berasal dari batuan sedimen halus yang terdiri atas mineral lempung (illit, kaolinit, monmorilonit), klorit, muskovit dan kuarsa (Winkler, 1979). Berdasarkan Yardley (1989) dan (Bucher dan Frey, 2001; Bucher and Grapes, 2011) bahwa batuan pelitik berasal dari batuan sedimen berbutir halus (biasanya <2 mm) yang kaya akan material berukuran lempung baik dari material padat (batulempung atau serpih) maupun material lepas (lumpur dan lempung). Mineral yang hadir pada batuan ini adalah silimanit, andalusit, kyanit, staurolit, kloritoid, pirofilit, klorit, muskovit, margarit, fengit, alkali feldspar dan kuarsa yang hadir pada batuan metamorf derajat sangat rendah hingga derajat tinggi yang umumnya menggantikan muskovit (Bucher dan Grapes, 2011). Batuan pelitik juga merupakan batuan sedimen yang kaya akan butiran halus, lumpur dan endapan lanau pada daerah yang stabil, yakni tinggi akan unsur Al, K dan S seperti serpih, batulempung dan batupasir halus (Winter, 2014).

Greywacke adalah batuan sedimen klastik yang terdiri atas kuarsa, feldspar, muskovit, klorit, dan mineral lempung (Winkler, 1979), umumnya mengandung fragmen batuan dengan matriks 15-75 % mm. Batulempung merupakan batuan sedimen dengan ukuran 0,002 mm dan serpih merupakan batuan sedimen dengan diameter 1/16 mm yang dapat diendapkan di berbagai lingkungan pengendapan. Batuan basaltik dan andesitik merupakan batuan beku mafik yang dapat berupa aliran lava, lava bantal, perlapisan tuf, *sill* dan *dike* (Winkler, 1979).

Pegunungan Rumbia merupakan salah satu wilayah yang sangat menarik untuk diselidiki mengenai protolit batuan metamorfnya. Studi ini sangat diperlukan untuk mengetahui batuan asal dari batuan metamorf di wilayah ini. Daerah penyelidikan termasuk pada Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara (Surono, 2013; Gambar 1).

Geologi Regional

Secara geomorfologi lengan tenggara Pulau Sulawesi dapat dibedakan dari citra IFSAR (Gambar 2) terdiri atas lima satuan, yakni satuan pegunungan, perbukitan tinggi, perbukitan rendah, dataran rendah dan karst (Surono, 2013). Daerah penyelidikan berada pada geomorfologi pegunungan, perbukitan tinggi dan dataran rendah.

Satuan pegunungan mempunyai topografi yang kasar dengan kemiringan lereng tinggi terdiri atas Pegunungan Tangkeleboke, Mengkoka, Mendoke dan Pegunungan Rumbia yang terpisah di ujung selatan lengan tenggara Pulau Sulawesi. Rangkaian pegunungan dalam satuan ini mempunyai pola yang sejajar berarah barat-laut-tenggara yang mengindikasikan bahwa pembentukan morfologi pegunungan ini erat berhubungan dengan struktur regional.

Satuan morfologi perbukitan tinggi mempunyai morfologi kasar menempati bagian selatan lengan tenggara dengan batuan penyusun berupa batuan sedimen klastika Mesozoikum dan Kenozoikum. Satuan morfologi perbukitan rendah terdiri atas bukit kecil dan rendah bermorfologi bergelombang dengan batuan sedimen klastika Mesozoikum dan Kenozoikum. Satuan morfologi dataran rendah dijumpai di bagian tengah ujung selatan lengan tenggara Pulau Sulawesi. Penyebaran satuan ini dipengaruhi sesar geser mengiri, yakni Sesar Kolaka dan Sistem Sesar Konawe. Adapun satuan morfologi karst dicirikan oleh perbukitan kecil dengan sungai di bawah permukaan tanah dan didominasi batugamping berumur Paleogen dan selebihnya batugamping Mesozoikum. Sebagian batugamping sudah berubah menjadi marmer yang diinterpretasikan erat berhubungan dengan pensesar-naikkan ofiolit ke atas kompleks metamorf (Surono, 2013).

Secara stratigrafi, lengan tenggara Pulau Sulawesi terdiri atas Kepingan Benua, Kompleks Ofiolit dan Molasse Sulawesi. Kompleks Batuan Metamorf adalah batuan tertua yang merupakan batuan dasar pada Mintakat Benua Sulawesi Tenggara yang diterobos oleh batuan granitan di beberapa tempat. Kedua satuan batuan tersebut menjadi alas sedimen Mesozoikum yang terendapkan di atasnya (Surono, 2013). Sebaran batuan metamorf di Pegunungan Rumbia seluas 40x25 km² dan

di Pegunungan Mendoke 60x25 km², sedangkan di Pulau Kabaena tersebar seluas 30x20 km², sedikit dijumpai di Pegunungan Kolono, Boro-Boro dan Witaloka (Simandjuntak dkk., 1993). Batuan penyusun Kompleks Metamorf Rumbia-Mendoke disusun oleh sekis mika, sekis amfibolit, sekis klorit, rijang berjasper, sekis genesan, pualam, dan batugamping meta (Permana, 2013).

Proses subduksi dan tumbukan lempeng pada Oligosen Akhir – Miosen Awal, menyebabkan kompleks ofiolit tersesar-naikkan ke atas mintakat benua. Batuan sedimen klastik dan karbonat yang merupakan Molasa Sulawesi, terendapkan selama akhir dan sesudah tumbukan sehingga molasa ini menindih takselaras Mintakat Benua Sulawesi Tenggara dan Kompleks Ofiolit tersebut. Pada akhir Kenozoikum lengan ini dikoyak oleh Sesar Lawanopo dan beberapa pasangannya, termasuk Sesar Kolaka (Surono, 2013).

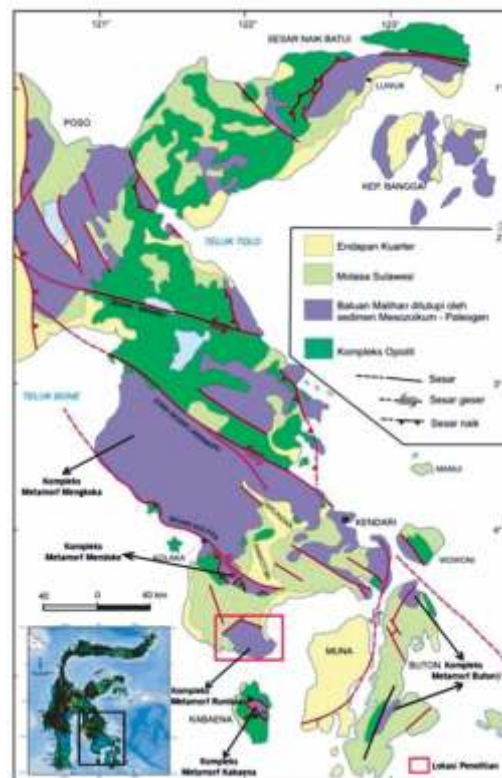
Struktur utama yang berkembang di lengan tenggara Pulau Sulawesi (Gambar 3) didominasi oleh sesar geser mengiri berarah baratlaut-tenggara yang terdiri atas Sesar Matarombeo, Kelompok Sesar Lawanopo yang mungkin bersambung dengan Sesar Hamilton, Sesar Matano, Kelompok Sesar Lainea, Kelompok Sesar Konawahadan Kelompok Sesar Kolaka (Sidarto dan Bachri, 2013).

Sesar-sesar lainnya terdiri atas Sesar Lemo, Sesar Lameroto, Sesar Mateupe, Sesar Larumbu, Sesar Lindu, Sesar Lambatu dan Sesar Tanjungbasi. Berdasarkan struktur geologi lengan tenggara Pulau Sulawesi, maka sesar-sesar yang melewati Pegunungan Mendoke adalah kelompok Sesar Kolaka, sedangkan sesar yang melewati Pegunungan Rumbia adalah Sesar Lemo dan Sesar Lameroto yang juga relatif berarah baratlaut-tenggara (Sidarto dan Bachri, 2013).

Metode Penyelidikan

Metode penyelidikan ini, terdiri atas 4 tahapan meliputi: studi pustaka berupa studi literatur penyelidikan sebelumnya berkaitan dengan tema penyelidikan; tahap pekerjaan lapangan yakni pengamatan singkapan dan pengambilan sampel yang representatif; tahap analisis laboratorium berupa analisis petrografi dan geokimia; serta interpretasi data yakni memadukan hasil studi pustaka, pengamatan lapangan dan hasil analisis laboratorium. Analisis laboratorium petrografi dilakukan di Laboratorium Pusat Departemen Teknik Geologi,

UGM Yogyakarta sebanyak 90 sampel. Adapun analisis geokimia berupa analisis ICP-AES bertujuan untuk mendeterminasi oksida utama (*major elements*) dan unsur minor pada sampel batuan yang dilakukan di Laboratorium ALS Canada Ltd. di Canada dan jumlah sampel yang dianalisis sebanyak 12 sampel. Preparasi sampel menggunakan Lithium Metaborate/Lithium Tetraborate (LiBO2/Li2B4O7).



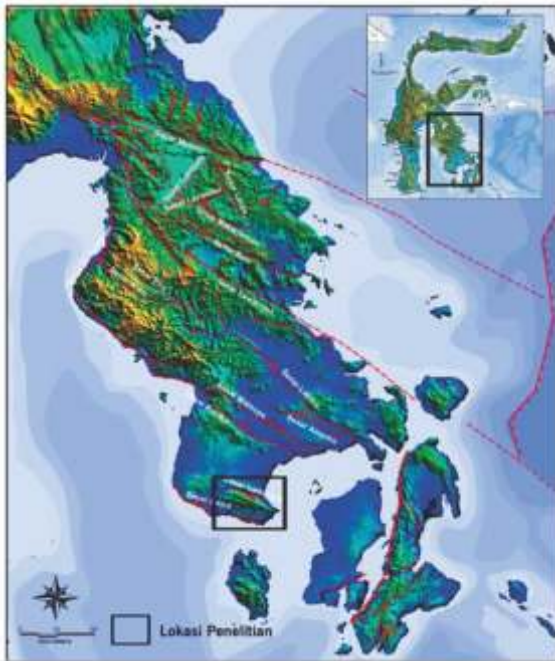
Sumber: modifikasi dari Surono (2013).

Gambar 1. Peta geologi lengan tenggara Pulau Sulawesi.



Sumber: modifikasi dari Surono, 2013.

Gambar 2. Morfologi lengan tenggara Pulau Sulawesi berdasarkan citra IFSAR dan posisi daerah penyelidikan.



Sumber: modifikasi dari Sidarto dan Bachri (2013).

Gambar 3. Struktur geologi lengan tenggara Pulau Sulawesi

HASIL PENYELIDIKAN

Analisis Petrografi

Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa batuan metamorf di daerah penyelidikan umumnya termasuk ke dalam fasies sekis hijau. Fasies ini sangat mudah dikenali di lapangan karena nampak warna kehijauan pada batuan dan berkembangnya bidang foliasi dengan baik yang terdiri atas sekis mika, sekis grafit, sekis klorit, sekis garnet, sekis epidot, marmer dan filit serta minor sekis glukofan dan sekis hornblende. Adapun hasil analisis petrografi (Gambar 4) menunjukkan bahwa mineral utama di daerah penyelidikan terdiri atas klorit, muskovit, aktinolit, epidot, kalsit, grafit, garnet, rutil, kuarsa, mineral opak dan mineral lempung, sedangkan mineral sedikit adalah glukofan, silimanit dan hornblende. Hasil analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dari mineral lempung di daerah penyelidikan terdiri atas kaolinit dan illit (Hasria dkk., 2019).

Protolit Batuan Metamorf

Protolit batuan metamorf di Pegunungan Rumbia diperoleh berdasarkan hasil analisis ICP-AES dan memploting pada diagram ACF oksida utama menggunakan diagram Winkler (1979). Hasil penyelidikan menunjukkan bahwa protolit batuan metamorf di Pegunungan Rumbia berasal dari batuan sedimen, yakni batuan pelitik dan *greywacke*, batulempung dan serpih (Gambar 5).

Mengacu pada hasil protolit berdasarkan diagram Winkler (1979), selanjutnya dibuat juga klasifikasi berdasarkan diagram Herron (1988) untuk mengetahui kandungan batuan sedimen yang terdapat di daerah Pegunungan Rumbia.

DISKUSI

Komposisi mineral hasil analisis petrografi daerah penyelidikan terdiri mineral muskovit, aktinolit, klorit, epidot, grafit, rutil, garnet, illit, kaolinit, silimanit dan kuarsa, serta memiliki struktur *slaty-schistose* dengan kandungan mineral mika yang melimpah, menunjukkan bahwa protolit batuan adalah pelitik (Winkler, 1979; Best, 2003; Bucher dan Frey, 2001; Bucher dan Grapes, 2011). Komposisi mineral tersebut umumnya termasuk dalam fasies sekis hijau (Best, 2003; Tabel 1).

Fasies sekis hijau di daerah penyelidikan terbentuk pada temperatur 300-500°C dan termasuk pada metamorfisme derajat rendah hingga sedang (Winter, 2014; Hasria dkk., 2019; Gambar 7). Kehadiran mineral lempung berupa illit dan kaolinit yang melimpah dan sebagiannya telah tergantikan oleh mineral klorit, serta kehadiran kuarsa dan kalsit menunjukkan bahwa protolit batuan metamorf juga berasal dari *greywacke* dan termasuk pada metamorfisme derajat sangat rendah (Winkler, 1979).

Berdasarkan analisis petrografi menunjukkan bahwa protolit batuan metamorf di daerah penyelidikan berupa pelitik dan *greywacke* dengan derajat metamorfisme derajat sangat rendah hingga sedang (Noor, 2009; Gambar 8).

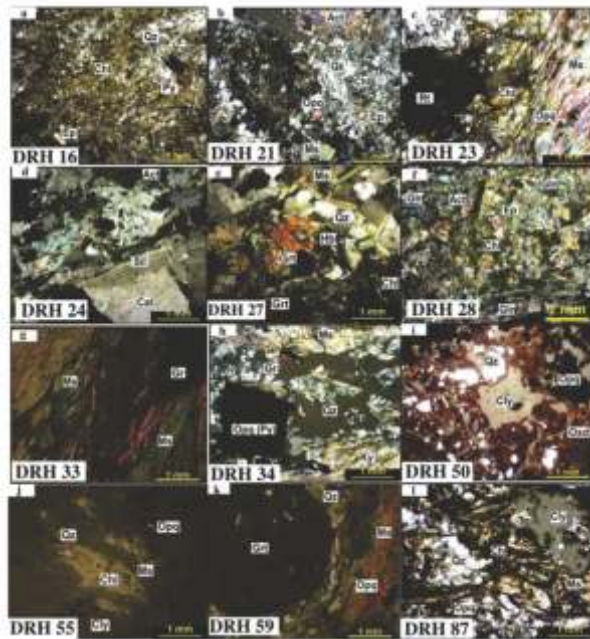
Kehadiran sedikit mineral silimanit dan hornblende pada hasil petrografi menunjukkan bahwa fasies di daerah penyelidikan mulai mengalami peralihan ke zona transisi mineral sekis hijau ke fasies amfibolit. Pada temperatur 450°C, protolit batuan metamorf berupa metabasit batuan akan muncul hornblende dan protolit batuan metamorf berupa meta-pelitik batuan akan muncul garnet dan silimanit (Miyashiro, 1992). Adapun kehadiran sedikit mineral glukofan pada daerah penyelidikan diinterpretasikan sebagai peralihan ke zona transisi sekis hijau ke sekis biru dengan protolit batuan berupa pelitik. Fasies ini terbentuk pada temperatur rendah dan tekanan tinggi yang berhubungan dengan zona penunjaman lempeng.

Terkait zona transisi dari sekis hijau ke amfibolit dan sekis hijau ke sekis biru, masih membutuhkan penyelidikan lebih lanjut karena studi ini tidak melakukan analisis geokimia untuk sampel yang mengandung mineral hornblende dan glukofan. Karena studi ini mencakup regional, maka perlu penyelidikan yang lebih lanjut dengan sampel batuan yang lebih

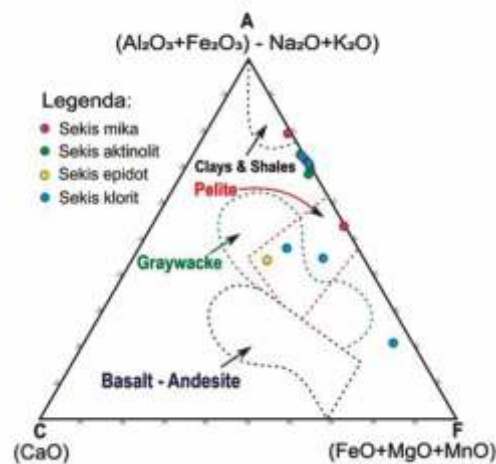
variatif dengan daerah studi yang lebih detail.

Hasil analisis geokimia berdasarkan plotting diagram Winkler (1979; Gambar 4) yang menunjukkan bahwa protolit batuan metamorf di Pegunungan Rumbia terdiri atas batuan pelitik, *greywacke*, serpih dan batulempung. Berdasarkan Winkler (1979), Bucher dan Frey (2001) dan Bucher dan Grapes (2011) bahwa protolit pelitik termasuk batulempung dan serpih, umumnya memiliki unsur aluminium yang sangat tinggi dan kandungan CaO yang sangat rendah, sedangkan *greywacke* mempunyai kandungan unsur yang sedang.

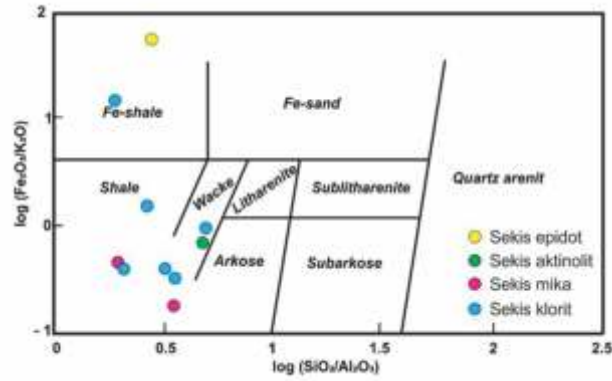
Hasil plotting data geokimia berdasarkan Herron (1988) menunjukkan bahwa sampel batuan sekis umumnya berasal dari batuan *wacke* dan dari serpih dan sebagian kecil serpih-Fe (Gambar 6). Sampel batuan metamorf yang umumnya berasal dari batuan *wacke* dan serpih yang dibuktikan dengan kandungan SiO_2/Al_2O_3 yang rendah, menunjukkan bahwa kandungan mineral kuarsa relatif rendah pada batuan. Sebagian kecil sampel batuan metamorf berasal dari batuan sedimen pelitik serpih-Fe yang dibuktikan dengan kandungan Fe_2O_3/K_2O (Gambar 6) yang tinggi. Fe umumnya terkandung pada klorit-Fe dan epidot-Fe.



Gambar 4. Hasil analisis petrografi batuan di daerah penyelidikan.



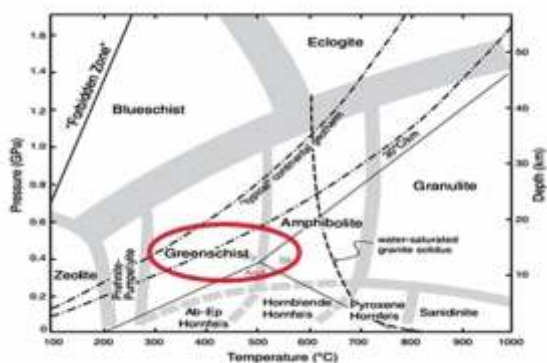
Gambar 5. Protolit batuan metamorf daerah penyelidikan yang diplot pada diagram ACF menurut (Winkler (1979).



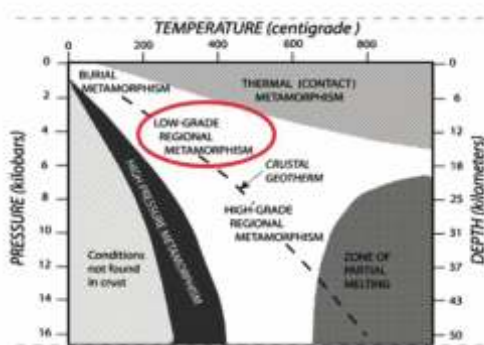
Gambar 6. Plotting data geokimia batuan metamorf asal batuan pelitik untuk penentuan batuan asal metamorfisme (Herron, 1988).

Tabel 1. Kumpulan mineral di fasies metamorf yang diakui secara konvensional terdaftar menurut kelompok kimia utama batuan metamorf (Best, 2003)

| FACIES | MAFIC ROCKS (ALL ASSEMBLAGES \pm Fe-Ti OXIDES) | PELITIC ROCKS (ALL ASSEMBLAGES \pm QUARTZ \pm Fe-Ti OXIDES) | QUARTZO-FELDSPATHIC ROCKS (ALL ASSEMBLAGES \pm QUARTZ \pm Fe-Ti OXIDES) | CALCAREOUS AND CALC-SILICATE ROCKS |
|-----------------------|---|---|---|---|
| Zeilite | Laumontite, heulandite | Mixed-layer clays | Heulandite + analcime and laumontite + albite (zeolite may occur in lieu of heulandite, some rocks contain chlorite) | Calcite, dolomite, quartz, talc, clays |
| Prelimite-pumpellyite | Prelimite + pumpellyite \pm chlorite \pm albite \pm epidote; actinolite takes place of prehnite at higher T; lawsonite + albite + chlorite occurs at higher P | White mica/illite + chlorite + albite \pm sillimanite | Albite + chlorite \pm pumpellyite \pm prehnite \pm sillimanite \pm white mica \pm titanite \pm epidote \pm carbonate; actinolite takes place of prehnite at higher T; lawsonite is stable at higher P | Calcite, prehnite, albite, quartz, chlorite |
| Greenschist | Albite + chlorite + actinolite + epidote + titanite \pm quartz \pm white mica \pm calcite; sillimanite is widespread at lower T and biotite at higher T where hornblende also occurs | Muscovite + chlorite \pm albite \pm paragonite \pm graphite \pm rutile \pm magnetite \pm hematite \pm carbonate \pm epidote \pm K-feldspar \pm Fe-Ti oxides \pm sillimanite (low Al) \pm pyrophyllite \pm chloritoid (the latter two in high-Al rocks); + biotite in the biotite zone; + almandine-rich garnet in the garnet zone | Albite + epidote + muscovite + chlorite \pm titanite \pm sillimanite \pm actinolite; biotite is stable at higher T | Calcite, dolomite, quartz, muscovite, albite, K-feldspar, chlorite, zoisite |
| Amphibolite | Hornblende + oligoclase \pm epidote \pm almandine-rich garnet \pm titanite \pm biotite \pm chlorite \pm quartz | Biotite + muscovite \pm plagioclase \pm almandine-rich garnet \pm cordierite \pm aluminosilicate \pm chlorite \pm alkali feldspar \pm magnetite \pm graphite; + staurolite in the staurolite zone; + kyanite in the kyanite zone; + sillimanite in the sillimanite zone | Plagioclase + alkali feldspar + biotite \pm muscovite \pm hornblende | Calcite, dolomite, quartz, diopside, tremolite, forsterite, grossular, anorthite, hornblende, clinzoisite |
| Granulite | Plagioclase + clinopyroxene + orthopyroxene \pm hornblende \pm olivine (low P); Plagioclase + clinopyroxene + orthopyroxene + garnet \pm hornblende (medium P); Plagioclase + clinopyroxene + garnet + quartz \pm hornblende (high P) | Alkali feldspar + plagioclase \pm scapolite \pm cordierite \pm garnet \pm rutile \pm ilmenite \pm magnetite \pm graphite \pm olivine \pm corundum \pm spinel \pm kyanite (high P) \pm sillimanite (moderate P); Orthopyroxene + sapphirine (high T) | Alkali feldspar + plagioclase + garnet \pm kyanite \pm orthopyroxene \pm clinopyroxene \pm hornblende \pm magnetite \pm ilmenite | Calcite, dolomite, quartz, diopside, scapolite, anorthite, forsterite, wollastonite, graphite |
| Blueschist | Glaucophane + lawsonite \pm aragonite \pm jadeite; clinopyroxene \pm chlorite \pm albite \pm titanite \pm pumpellyite \pm actinolite or hornblende \pm sillimanite \pm epidote \pm garnet | Glaucophane + lawsonite \pm albite \pm phengite \pm paragonite \pm garnet \pm chlorite \pm epidote \pm kyanite \pm chloritoid \pm titanite | Jadeitic clinopyroxene + lawsonite + muscovite + chlorite + titanite \pm glaucophane | Aragonite, calcite |
| Eclogite | Omphacite + pyrope-rich garnet \pm kyanite \pm rutile \pm quartz or coesite | Pyrope-rich garnet + omphacite + phengite + chloritoid + chlorite + kyanite \pm coesite | Essentially as granulite facies | Essentially as granulite facies \pm vesuvianite \pm wollastonite |
| Pyroxene hornfels | Essentially as granulite facies | Essentially as granulite facies but andalusite is typical aluminosilicate; cordierite + biotite tends to be more stable than almandine garnet, except where Fe ²⁺ /Mg is high; silica deficient rocks contain spinel, corundum, and alkali feldspar in lieu of an aluminosilicate | Essentially as granulite facies | Essentially as granulite facies \pm vesuvianite \pm wollastonite |
| Sandinitite | Near subvolcanic basalt assemblage | Sandinite, trichymite, cordierite, mullite (Al ₂ O ₃ ·2H ₂ O), glass, clinopyroxene, spinel, corundum (in silica-poor rocks) | Sandinite, trichymite, cordierite, glass, clinopyroxene | Anorthite + wollastonite \pm diopside in silica-rich rocks; calcite, wollastonite, melilite (Ca ₂ MgSi ₂ O ₇), lanite (Ca ₂ SO ₄), merrillite (Ca ₃ MgSi ₂ O ₈), monticellite in silica-poor rocks |



Gambar 7. Zona fasies metamorfisme (Winter, 2014).



Gambar 8. Hubungan antara tekanan (P), temperatur (T), kedalaman (D) dan derajat metamorfosa (Noor, 2009).

Berdasarkan hasil analisis geokimia menunjukkan bahwa tidak ada protolit batuan beku di daerah penyelidikan karena studi mencakup wilayah yang luas dengan jumlah sampel yang dianalisis cukup terbatas, yakni 12 sampel. Namun, berdasarkan hasil penyelidikan Setiawan dkk. (2010) di Bombana dijumpai batuan sekis mika, amfibolit, sekis amfibolit, genes, meta-vulkanik (metaandesit dan metabasalt), pualam dan batugamping terkristalisasi. Hasil analisis kimia batuan menunjukkan kisaran komposisi mulai dari ultrabasa hingga asam.

Hasil analisis kimia batuan juga telah dilakukan terhadap data di Pegunungan Mengkoka sekitar Kolaka dan Pegunungan Rumbia terhadap mineral glukofan oleh Helmers dkk. (1989). Hasil tersebut menunjukkan nilai rata-rata Mn lebih tinggi dibanding Al, Ca dan Mg yang diinterpretasikan adanya pengaruh lingkungan laut dalam selama pengendapan *greywacke*. Keberadaan sekis glukofan tersebut menunjukkan bahwa Pegunungan Mengkoka, Rumbia dan Mendoke merupakan daerah yang pernah mengalami penunjaman (subduksi). Batuan metamorf derajat tinggi tersebut kemungkinan telah mengalami *ekshumasi* atau pengangkatan permukaan secara cepat akibat erosi atau proses lainnya. Peristiwa pemalihan pertama merupakan rekristalisasi sekis biru

pada akhir penimbunan cepat (*fast burial*). Penunjaman (subduksi) mungkin terjadi pada Trias Akhir sebelum penunjaman Formasi Meluhu (Surono, 2013). Mawaleda dkk. (2017) juga melakukan entarikhkan umur dengan menggunakan $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ terhadap sekis glukofan di Pegunungan Rumbia dan menyimpulkan bahwa umur sampel tersebut berumur antara 23-11 juta tahun lalu atau berumur Miosen.

Batuan metamorf di Pegunungan Mendoke dan Rumbia oleh Parkinson (1998) dan Parkinson dkk. (1998) diinterpretasikan berumur mulai Kapur hingga relatif muda, yaitu Paleosen. Jika ditemukan batuan metamorf yang lebih muda dari umur tersebut, maka batuan tersebut bukan merupakan umur pada saat terbentuknya batuan metamorf tetapi sebagai hasil pemalihan ulang selama proses imbrikasi berlangsung. Umur batuan apabila didasarkan pada Parkinson (1998) dan Parkinson dkk. (1998), maka kemungkinan umur batuan yang dianalisis oleh Mawaleda dkk. (2017) merupakan hasil pemalihan ulang selama proses imbrikasi berlangsung. Data ini didukung oleh Setiawan dkk. (2010) yang melakukan pentarikan umur batuan dengan metode K-Ar terhadap mineral K-feldspar pada batuan andesit meta diperoleh umur batuan di Bombana berumur Kapur Akhir. Hasil REE menunjukkan bahwa batuan vulkanik di Bombana terbentuk pada lingkungan busur kepulauan (*island arc*) dan cekungan busur belakang (*back arc marginal basin*) yang memberikan gambaran bahwa jauh sebelum terjadinya tumbukan (*collision*) dengan bagian tenggara semenanjung Sulawesi Tenggara, wilayah Bombana merupakan suatu busur kepulauan yang paling tidak terbentuk pada Kapur Akhir (Setiawan dkk. (2010). Namun, hal ini masih membutuhkan studi lebih lanjut karena sampel yang dianalisis geokimia hanya 12 sampel dengan area penyelidikan yang cukup luas.

Batuan metamorf di Pegunungan Rumbia merupakan sumber endapan emas orogenik yang endapan sekundernya dijumpai di dataran Langkowala –(Surono dan Tang, 2009; Idrus dkk., 2011; Hasria dkk., 2017 & 2019). Istilah orogenik ini digunakan karena endapan ini terbentuk pada perkembangan orogen selama proses deformasi pada batas lempeng konvergen (*orogeny*) yang mengalami proses akresi, translasi dan kolisi yang berkaitan dengan tumbukan lempeng yang terjadi (Groves dkk., 1998; David dkk., 2003). Endapan tipe ini, selain dapat terbentuk pada zona akresi hasil tumbukan lempeng samudera dan lempeng benua, juga dapat terbentuk pada zona akresi hasil tumbukan lempeng benua dan lempeng benua (*intra continent*; Groves dkk., 1998; David dkk., 2003; Goldfarb dan Groves, 2015).

Menurut Satyana dkk. (2007) bahwa jalur orogen di Sulawesi dibentuk oleh tumbukan antara Fragmen Benua Banggai-Sula dengan Ofiolit Sulawesi Timur. Diduga sebelum tumbukan, Kepingan Benua Banggai-Sula dan Kepingan Benua Sulawesi Tenggara bergabung menjadi satu kesatuan, yang disebut dengan Kepingan Benua Banggai-Sula Besar (Surono, 2013).

KESIMPULAN

Protolit batuan metamorf yang dijumpai di daerah penyelidikan berasal dari batuan sedimen pelitik dan *greywacke* serta *clay* dan *shale* yang berada pada fasies sekis hijau dan termasuk pada metamorfisme derajat sangat rendah hingga sedang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada Bupati Bombana, Sulawesi Tenggara karena telah memberikan izin penyelidikan di Pegunungan Rumbia, Bombana. Terimakasih kepada PT. Panca Logam Makmur (PLM) atas bantuan fasilitas dalam pengambilan sampel di lapangan. Terimakasih kepada Kepala Laboratorium Pusat Departemen Teknik Geologi, UGM Yogyakarta atas penggunaan fasilitas laboratorium dalam analisis petrografi. Terimakasih kepada mahasiswa Teknik Geologi Universitas Halu Oleo yang telah ikut membantu pengambilan sampel di lapangan. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada Bapak Rio Irham Cendra Jaya Mais, S.Si., MT. dan Bapak Dr. Andi Makkawaru atas diskusi yang bermanfaat terkait penyusunan artikel ini.

ACUAN

- Best, M.G., 2003. *Igneous and Metamorphic Petrology*. Blackwell Publishing Company, Victoria-Berlin, 2nd ed., 760 p.
- Bucher, K. and Frey, M., 2001. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks-7 Completely Revised and Updated Edition*. Springer, Berlin, 341 h.
- Bucher, K. and Grapes, R., 2011. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks, 8th Edition*. New York. doi: 10.1007/978-3-540-74169-5
- David, I., Richard, J., and Robert, F., 2003. Gold Deposits in Metamorphic Belts: Overview of Current Understanding. *Econ. Geol.*, 98: 1-29.
- Goldfarb, R.J. and Groves, D.I., 2015. Orogenic Gold: Common or Evolving Fluid and Metal Sources Through Time. *Lithos*, 233: 2-26. doi: 10.1016/j.lithos.2015.07.011
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Gebre-Mariam, M., Hagemann, S.G., AND Robert, F., 1998. Orogenic Gold Deposits: A Proposed Classification in the Context of Their Crustal Distribution and Relationship to Other Gold Deposit Types. *Ore Geol. Rev.*, 13: 7-27. doi: 10.1016/s0169-1368(97)00012-7
- Hasria., Idrus, A., Warmada, I.W., 2019. Alteration, Mineralization and Geochemistry of Metamorphic Rocks Hosted Hydrothermal Gold Deposit at Rumbia Mountains, Bombana Regency, Southeast Sulawesi, Indonesia. *J. Geosci. Eng. Environ. Technol.*, 04: 83-92. doi: 10.25299/jgeet.2019.4.2.2346
- Hasria., Idrus, A., Warmada, I.W., 2017. The Metamorphic Rocks-Hosted Gold Mineralization At Rumbia Mountains Prospect Area In The Southeastern Arm Of Sulawesi Island, Indonesia. *J. Geosci. Eng. Environ. Technol.*, 2: 217-223. doi: 10.25299/jgeet.2019.4.1
- Helmerts, H., Sopaheluwakan, J., Nila, E.S., and Tjokrosapoetro, S., 1989. Blueschist Evolution in Southeast Sulawesi, Indonesia. *Netherland Journal of Sea Research*, 24: 373-381.
- Herron, M., 1988. Geochemical Classification of Terrigenous Sands and Shales from Core or Log Data. *J. Sediment. Petrol.*, 58: 820-829. doi: 10.1306/212F8E77-2B24-11D7-8648000102C1865D
- Idrus, A., Nur, I., Warmada, I.W., and Fadlin, F., 2011. Metamorphic Rock-Hosted Orogenic Gold Deposit Type as a Source of Langkowala Placer Gold, Bombana, Southeast Sulawesi. *Indones. J. Geosci.*, 6: 43-49. doi: 10.17014/ijog.v6i1.114
- Mawaleda, M., Suparka, E., Idham Abdullah, C., Indro Basuki, N., Forster, M., Jamal, and Kaharuddin, 2017. Hydrothermal Alteration and Timing of Gold Mineralisation in the Rumbia Complex, Southeast Arm of Sulawesi, Indonesia. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 71. doi: 10.1088/1755-1315/71/1/012030.

-
- Miyashiro, A., 1973. *Metamorphism and Metamorphic Belt*. The Gresham Press, Old Woking, Surrey, 492 p.
- Noor, D., 2012. *Pengantar Geologi*. Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan: Bogor, 267 h.
- Parkinson, C., 1998. Emplacement of the East Sulawesi ophiolite: Evidence from Subophiolite Metamorphic Rocks. *J. Asian Earth Sci.*, 16: 13-28. doi: 10.1016/S0743-9547(97)00039-1
- Parkinson, C.D., Miyazaki, K., Wakita, K., Barber, A.J., and Carswell, D.A., 1998. An Overview and Tectonic Synthesis of the Pre-Tertiary Very-high-pressure Metamorphic and Associated Rocks of Java, Sulawesi and Kalimantan, Indonesia. *Isl. Arc.*, 7: 184-200. doi: 10.1046/j.1440-1738.1998.00184.x
- Permana, H., 2013. Kompleks Batuan Malihan, in: Surono dan Hartono, U. (eds.), *Geologi Sulawesi*. LIPI Press, Bandung, pp. 127–152.
- Satyana, A.H., Tarigan, R.L., and Armandita, C., 2007. Collisional Orogens In Indonesia? Origin, Anatomy and Nature of Deformation In: *Proceedings Joint Convention Bali 2007 The 32 Nd HAGI, The 36 Th IAGI, and The 29 Th IATMI Annual Conference and Exhibition*.
- Setiawan, I., Zulkarnain, S., Indarto, S., Sudarsono, Fauzi, A., dan Kuswandi., 2010. Potensi Mineralisasi Batuan Pra Tersier di Indonesia. Bandung. Laporan tidak diterbitkan.
- Sidarto dan Bachri, S., 2013. Struktur Geologi, in: Surono dan Hartono, U. (eds.), *Geologi Sulawesi*. LIPI Press, Bandung, pp. 277–302.
- Simandjuntak, T., Surono dan Sukido, 1993. *Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi, Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Surono, 2013. *Geologi Lengan Tenggara Sulawesi*. Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Jl. Diponegoro No. 57 Bandung 40122 Telp. 022-7215297, Fax. 022-7218154.
- Surono dan Tang, H.A., 2009. Kemungkinan Keterdapatan Endapan Emas Primer di Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara. *J. Teknol. Miner. Batubara*, 5: 163-170. doi: 10.30556/jtmb.Vol5.No4.2009.885
- Winkler, H.G.F., 1979. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks, 5th ed.* Springer Science+Business Media New York, New York. doi: 10.1007/978-1-4757-4215-2
- Winter, J.D., 2014. *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology Second Edition*. Pearson Education Limited, Harlow, UK.
- Yardley, B.W.D., 1989. *An Introduction to Metamorphic Petrology*. Longman Scientific & Technical, New York, 248 p.
-