doi: 10.56099/ophi.v5i1.p15-21 http://ophiolite.uho.ac.id/

Vol. 05, No. 01, Tahun 2023: 15–21

OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan

|e-ISSN 2715-4440|

Program Studi Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo

|Research Article

Studi Mineralisasi Kromit Podiform pada Kompleks Ofiolit di Daerah Tapunopaka, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara

Khalifa Akbar[1]✉, Andri Subandrio[1], Masri[2]

[1]Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung
[2]Teknik Geologi Universitas Halu Oleo

ARTICLE INFO

Article history:
Received: July 27, 2023
Accepted: September 14, 2023
Published: September 22, 2023

Keywords:
Kompleks Ofiolit, Kromit podiform, Dunit, Harzburgit, Petrografi, Mineragrafi

Corresponding author:
Khalifa Akbar
Email: khalifaakbargeos@gmail.com

Read online:
Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

Copyright © 2023 Authors

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRAK

Kompleks Ofiolit merupakan kompleks batuan yang sangat menarik untuk dibahas. Selain karena kompleksitas batuannya, kompleks batuan ini juga menjadi target eksplorasi untuk mineral ekonomisnya. Salah satu mineral ekonomis yang ada pada kompleks batuan ini yaitu mineral kromit. Mineralisasi kromit pada Kompleks Ofiolit merupakan tipe podiform sebagai konsentrasi kromit yang pada dasarnya berbentuk lentikular, mulai dari masif hingga tersebar, merupakan bagian integral dari urutan mantel ultramafik dari banyak kompleks ofiolit, terutama pada batuan harzburgit. Penelitian ini dilakukan di daerah Tapunopaka, Konawe Utara, dengan tujuan untuk mengetahui tipe kromit di lokasi penelitian berdasarkan teksturnya. Metode penelitian yang digunakan yaitu studi literatur, observasi lapangan, analisis petrografi, dan analisis mineragrafi. Mineralisasi kromit didaerah penelitian ditemukan pada batuan dunit dan harburgit. Berdasarkan hasil pengamatan megaskopis dan mikroskopis berupa analisis petrografi dan mineragrafi pada 4 sampel batuan berupa 2 sampel batuan dunit dan 2 sampel batuan harzburgit, mineral kromit pada daerah penelitian membentuk tekstur tersebar (disseminated) pada tubuh batuan dengan bentuk butir anhedral dan membentuk tekstur *lobes* dan *hooks* diantara mineral olivin dan ortopiroksen pada kedua batuan tersebut. Berdasarkan klasifikasi tipe kromit podiform berdasarkan tekstur tersebut tipe mineralisasi kromit di daerah penelitian adalah tipe kromit podiform non-kumulat.

ABSTRACT

The Ofiolite Complex is a very interesting rock complex to discuss. Apart from the complexity of the rocks, this rock complex is also an exploration target for its economic minerals. One of the economic minerals found in this rock complex is the mineral chromite. Chromite mineralization in the ophiolite complex is of the podiform type, as chromite concentrations, which are essentially lenticular and range from massive to disseminated, are an integral part of the ultramafic mantle sequence of many ophiolite complexes, particularly in harzburgite rocks. This research was conducted in the Tapunopaka area, North Konawe, with the aim of knowing the type of chromite in the study area based on its texture. The research methods used were literature review, field observation, petrographic analysis, and mineralogical analysis. Chromite mineralization in the study area was found in dunite and harzburgite rocks. Based on the results of megascopic and microscopic observations in the form of petrographic and mineragraphic analysis on 4 rock samples in the form of 2 dunite rock samples and 2 harzburgite rock samples, chromite minerals in the study area form a disseminated texture in the rock body with anhedral grain shapes and form lobes and hooks textures between olivin and orthopyroxene minerals in both rocks. Based on the classification of podiform chromite types based on texture, the type of chromite mineralisation in the study area is non-cumulate podiform chromite type.

How to cite Akbar, K., Subandrio, A., Masri (2023). Studi mineralisasi kromit podiform pada Kompleks Ofiolit di Daerah Tapunopaka, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. *OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan,* **5**(*1*), pp. 15-21. https://doi.org/10.56099/ophi.v5i1.p15-21

1 Pendahuluan

Kompleks Ofiolit adalah kompleks batuan yang sangat menarik. Kompleks Ofiolit merupakan himpunan batuan kerak samudra yang tersusun oleh batuan peridotit, harzburgit, lerzolit, dunit, gabro mikro, retas piroksenit, diabas, basal, dan endapan pelagis berupa rijang radiolaria, serpih, atau batugamping. Kompleks Ofiolit di Sulawesi umumnya merupakan *dismembered ophiolite* yang dikenal sebagai *East Sulawesi Ophiolite* (ESO) yang dapat dijumpai di beberapa wilayah seperti Sulawesi Timur, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tenggara (Kadarusman dkk., 2004). Lokasi penelitian ini berfokus pada Kompleks Ofiolit di Konawe Utara, Sulawesi Tenggara.

Selain karena kompleksitas batuannya, Kompleks Ofiolit juga menjadi target eksplorasi untuk mineral ekonomis salah satunya nikel laterit yang saat ini digunakan dalam teknologi terbaru seperti baterai listrik (Zaidan dan Garinas, 2021). Selain nikel, salah satu mineral ekonomis yang ada pada kompleks batuan ini yaitu mineral kromit. Penggunaan kromium yang paling penting adalah pada baja tahan karat, paduan nonferrous, dan pelapisan kromium. Kromit banyak digunakan dalam bahan kimia dan pigmen. Kromium juga merupakan komponen penting dalam refraktori (Schulte dkk., 2012).

Keterdapatan kromit berasal dari dua tipe mineralisasi kromit, yaitu tipe *stratiform* kromit dan tipe *podiform* kromit. Endapan kromit *stratiform* terbentuk sebagai tubuh kromit yang masif atau lapisan kromit (*seam chromite*) yang terbentuk dalam intrusi mafik-ultramafik berlapis, tidak mengalami metamorfisme, dan berlapis secara berulang-ulang yang terbentuk pada lingkungan kratonik stabil atau proses yang berhubungan dengan *rifting* pada rezim ekstensional. Lapisan kromit biasanya ditemukan di bagian bawah pada bagian intrusi ultramafik berlapis. Selain itu, lapisan kromitit bersifat bersiklus dan menerus secara lateral di seluruh bagian intrusi, dan *stratiform* kromit mengandung ±90% mineral kromit (Schulte dkk., 2012). Sedangkan endapan kromit *podiform* didefinisikan sebagai konsentrasi kromit yang pada dasarnya berbentuk lentikular, mulai dari masif hingga tersebar (Thayer, 1964), dan merupakan bagian integral dari urutan mantel ultramafik kompleks ofiolit, terutama pada batuan harzburgit (Brathwaite dkk., 2017). Menurut (Roberts, 1988) mineralisasi kromit terbatas pada ofiolit zona supra-subduksi di wilayah Tethyan.

Rollinson dan Adetunji (2013) menjelaskan bahwa terbentuknya endapan kromit *podiform* dapat menjadi indikator lingkungan tektonik yang berhubungan dengan subduksi, namun menurut Arai dan Miura (2015) menjelaskan bahwa kromit *podiform* dapat terbentuk juga pada lingkungan tektonik punggungan tengah samudra (MOR) bagian bawah. Berdasarkan daerah penelitian yang merupakan kompleks ofiolit, maka penelitian ini akan berfokus pada mineral kromit tipe *podiform*.

Berdasarkan Grond (1982), tipe endapan kromit *podiform* dibagi berdasarkan tekstur. Tekstur kromit dideskripsikan sebagai tekstur kumulat dan tekstur non-kumulat. Tekstur kumulat merupakan tekstur kelas I yang menyerupai atau berhubungan dengan tekstur yang mengendap pada kompleks *stratiform*, tekstur nodular, orbikular, dan sangat kasar yang merupakan keunikan endapan tipe alpine. Sedangkan tekstur non-kumulat merupakan tekstur kelas II yang ditemukan terjadi pada *pods* besar di zona rekahan dalam batuan harzburgit. Tekstur tersebut memiliki ciri khas deformasi tinggi dan yang memiliki banyak rekahan. Klasifikasi mineral kromit berdasarkan Grond (1982) dapat di lihat pada Tabel 1.

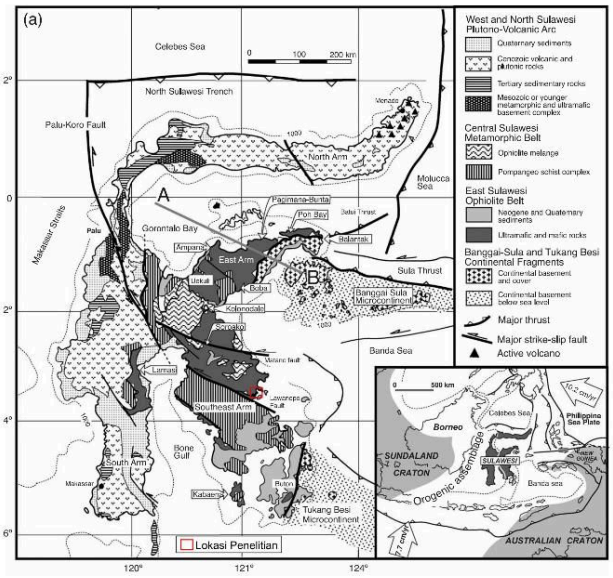
Berdasarkan hal tersebut, peneliti melakukan penelitian mineralisasi kromit di daerah Tapunopaka, Konawe Utara, dengan analisis petrografi, dan mineragrafi dengan tujuan akhir untuk mengetahui tipe kromit di lokasi penelitian.

2 Metode

Penelitian dilakukan pada Kompleks Ofiolit di daerah Tapunopaka, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara (**Gambar 2**). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi literatur, observasi lapangan, analisis petrogarfi, dan analisis mineragrafi. Observasi lapangan dilakukan dengan pemetaan geologi sehingga didapatkan jenis batuan yang mengandung mineral kromit yang menyusun daerah penelitian. Analisis petrografi dilakukan dengan mengamati sayatan tipis batuan untuk mengetahui komposisi mineral penyusun batuan dan nama batuannya. Analisis mineragrafi dilakukan dengan mengamati sayatan poles untuk mengetahui mineralisasi yang hadir pada batuan dan mengamati bentuk dari mineralisasi kromit sehingga dapat diketahui tipenya. Analisis petrografi dan mineragrafi dilakukan pada masing-masing empat sampel batuan. Sampel yang digunakan untuk analisis petrografi dan mineragrafi merupakan sampel batuan permukaan.

3 Geologi Regional

Pulau Sulawesi yang ada saat ini merupakan hasil dari pertemuan tiga lempeng aktif utama, yaitu Lempeng Benua Eurasia yang hampir statis atau bergerak sangat lambat ke arah selatan-tenggara, Lempeng Hindia-Australia yang bergerak ke arah utara-timur, dan Lempeng Samudra Pasifik yang bergerak ke arah barat-baratlaut (Hamilton, 1979).



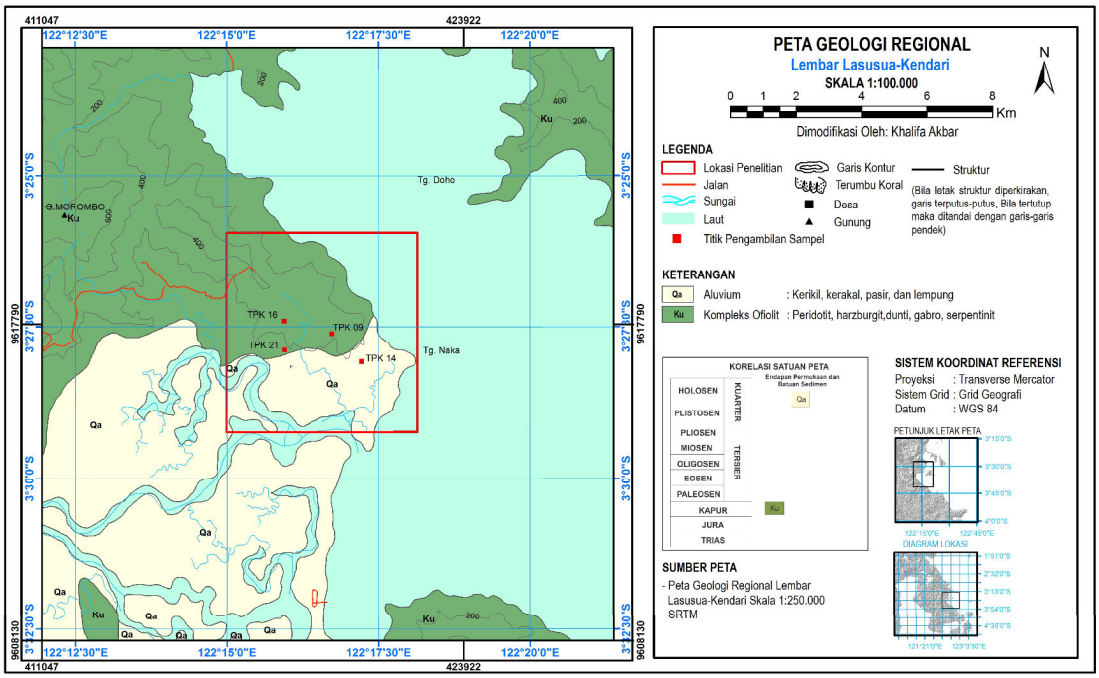
Gambar 1 Peta litotektonik Pulau Sulawesi (Modifikasi dari Kadarusman dkk. (2004) dan Parkinson (1998)

Berdasarkan peta litotektonik Pulau Sulawesi (Kadarusman dkk., 2004) (Gambar 1), lokasi penelitian berada pada *East Sulawesi Ophiolite Belt* (ESO) atau Lajur Ofiolit Sulawesi Timur (LOST) yang disusun oleh batuan ultramafik-mafik. Secara regional, lokasi penelitian termasuk ke dalam Peta Geologi Lembar Lasusua-Kendari (Rusmana dkk., 1993) (**Gambar 2**). Berdasarkan peta tersebut, stratigrafi penyusun lokasi ini yaitu Aluvium dan Kompleks Ofiolit. Aluvium disusun oleh terdiri atas lumpur, lempung, pasir kerikil dan kerakal. Satuan ini merupakan endapan sungai, rawa dan endapan pantai. Formasi ini diperkirakan berumur Holosen. Kompleks Ofiolit merupakan formasi batuan yang terdiri atas peridotit, harzburgit, dunit, gabro, dan serpentinit. Formasi batuan ini diperkirakan berumur Kapur.

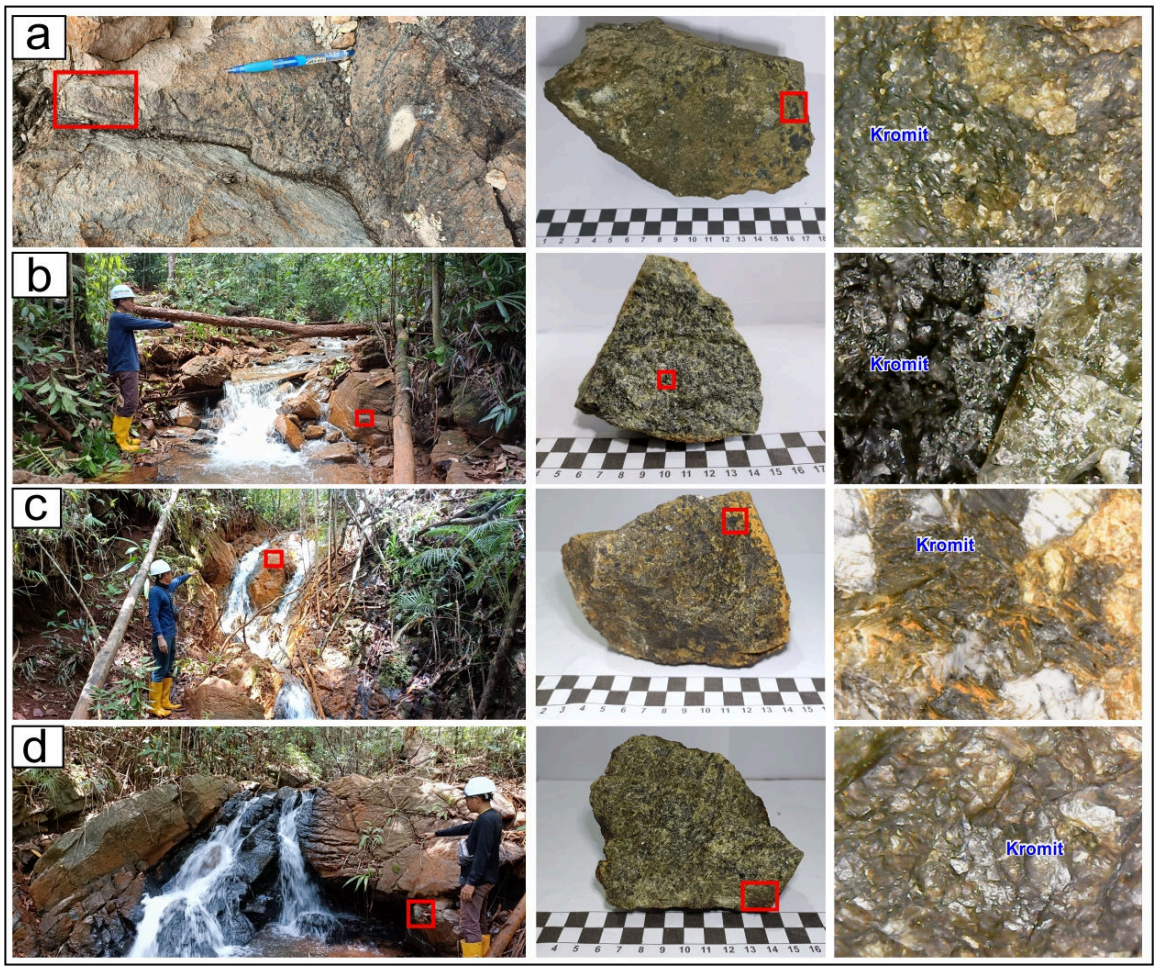
Tabel 1 Klasifikasi tipe mineral kromit *podiform* berdasarkan tekstur mineral kromit menurut Grond (1982)

Tipe		Tekstur	Keterangan
Kelas I	KUMULAT	*Dissminated*	Butiran yang tersebar dalam konsentrasi hingga 10% umumnya berbentuk euhedral hingga subhedral. Butiran-butiran tersebut tersebar merata di seluruh batuan.
		Layered	Terdiri dari butiran kromit yang tersebar atau terkonsentrasi masif. Sebagian besar butirannya berbentuk subhedral-euhedral. Beberapa lapisan menunjukkan gradasi ukuran
		Net	Terdiri dari butiran kromit kecil yang mengisi celah di antara butiran olivin yang besar
		Nodular	Kumpulan butiran yang rata-rata berdiameter 1 hingga 3 mm. Fakta bahwa nodul-nodul tersebut muncul berlapis-lapis dan di mana-mana terkait erat dengan kromit bertekstur kumulatif mendukung asal usul kumulatif dari nodul-nodul tersebut.
		Chromite Breccia	Terdiri dari tekstur net kromit yang mengalami deformasi. Butir-butir olivin telah berubah bentuk dan memanjang
		Antinodular	Terdiri dari tekstur jaring kromit yang sangat terdeformasi. Butir-butir olivin sangat terdeformasi dan memanjang. Kromit sangat padat dan terdeformasi
		Massive	Kromit *pods* masif (diameter 1 - 2 m) terjadi di zona kekar gerus dalam dunit. Konsentrasi kromit adalah 30% hingga 40% kromit. Bongkah *pods* dan kromitnya agak berubah bentuk.
Kelas II	NON-KUMULAT	*Disseminated*	Merupakan tekstur yang terjadi dalam batuan dunit tersepentinisasi yang mengalami kekar gerus dan sebagai ciri khas deformasi tinggi. Bentuk butir memanjang dan tidak teratur bentuk *lobes* dan *hooks.* Bentuk tersebut lebih menonjol daripada lainnya.
		Massive	Merupakan tekstur khas kromit pod, ditemukan dalam zona kekar gerus di batuan harsburgit. Kromit konsentrasi rata-rata 90% adalah umum dan kromitit memiliki struktur internal yang berkembang dengan baik yang dibentuk oleh orientasi fragmen butir.

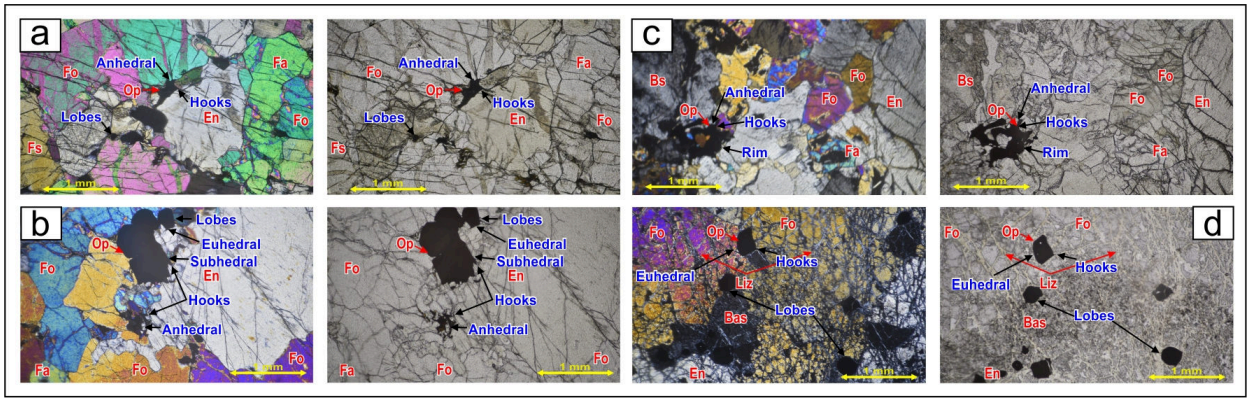
Copyright © 2023 Akbar et.al
This work is licensed under the CC-BY-SA license



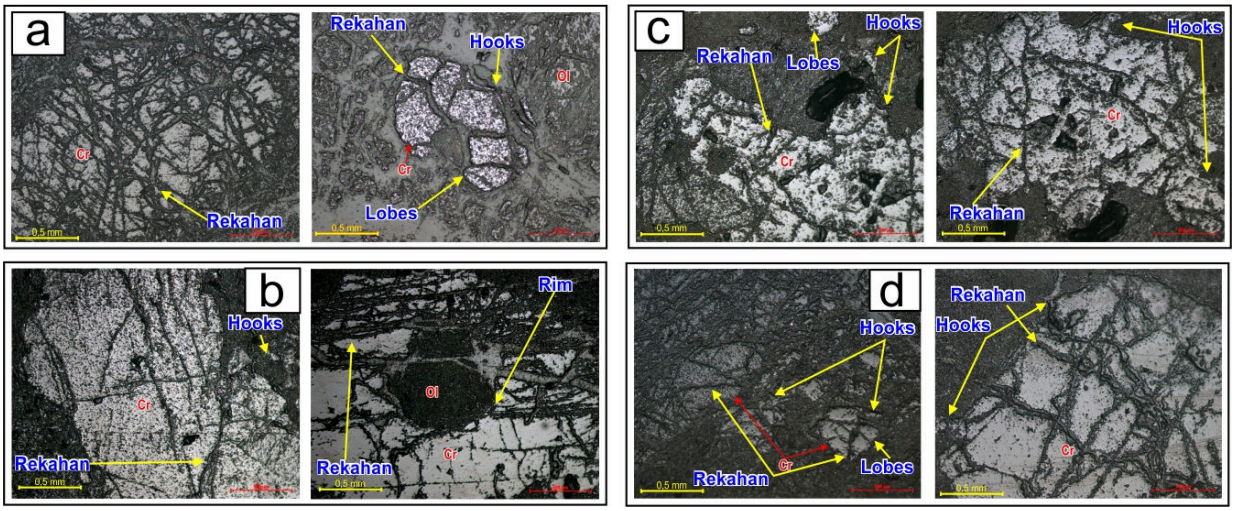
Gambar 2 Peta geologi regional (Modifikasi dari Rusmana dkk. (1993)



Gambar 3 (dari kiri ke kanan) (a) singkapan, sampel, perbesaran 40x sampel TPK 04, (b) singkapan, sampel, perbesaran 40x sampel TPK 36, (c) singkapan, sampel, perbesaran 40x sampel TPK 16, (d) singkapan, sampel, perbesaran 40x sampel TPK 25



Gambar 4 Hasil analisis petrografi (kiri XPL, kanan PPL) (a) TPK 04, (b) TPK 36, (c) TPK 16, (d) TPK 25. (Fo=Forsterit, Fa=Fayalit, Fs=Ferosilit, En=Enstatit, Op=Opak, Atg=Antigorit, Tlc=Talc, Bas=Bastit Id=Iddingsit, Hem=Hematit)



Gambar 5 Hasil analisis mineragrafi (a) TPK 04 , (b) TPK 36, (c) TPK 16, (d) TPK 25. (Cr=Kromit)

4 Analisis

4.1 Petrografi

Analisis petrografi dilakukan pada 4 sampel batuan dengan kode sampel TPK 04, TPK 14, TPK 16, dan TPK 21. Sampel TPK 04 (Gambar 4a) menunjukkan tekstur holokristalin, subhedral, equigranular, hipidiomorfik granular, serta struktur masif. Sampel ini memiliki komposisi mineral olivin (forsterit-fayalit) 91%, mineral ortopiroksen (enstatit-ferosilit) 5% dan mineral opak 2%. Sampel TPK 36 (Gambar 4b) menunjukkan tekstur holokristalin, subhedral, equigranular, hipidiomorfik granular, serta struktur masif. Sampel ini memiliki komposisi mineral olivin (forsterit-fayalit) 90%, mineral ortopiroksen (enstatit-ferosilit) 7% dan mineral opak 3%. Sampel TPK 16 (Gambar 4c) menunjukkan tekstur holokristalin, subhedral, equigranular, hipidiomorfik granular, serta struktur masif. Sampel ini memiliki komposisi mineral olivin (forsterit-fayalit) 81%, mineral ortopiroksen (enstatit) 15% dan mineral opak 2%. Sampel ini juga mengandung mineral sekunder berupa bastit 2%. Sampel TPK 25 (Gambar 4d) menunjukkan tekstur holokristalin, subhedral, equigranular, hipidiomorfik granular, serta struktur masif. Sampel ini memiliki komposisi mineral olivin (forsterit-fayalit) 57%, mineral ortopiroksen (enstatit+ferosilit) 10% dan mineral opak 5%. Sampel ini juga mengandung mineral sekunder berupa serpentin (antigorite+ lizardit) 25%, talc 1%, dan bastit 2%.

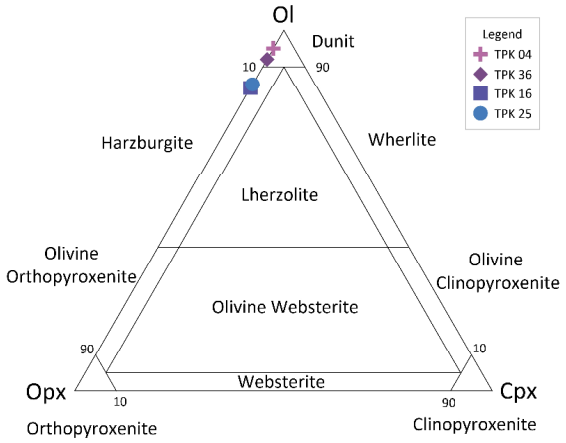
Tabel 2 Normalisasi komposisi mineral utama

Kode Sampel	Komposisi (%)		
	Olivin	Ortopiroksen	Klinopiroksen
TPK 04	95	5	0
TPK 36	92	8	0
TPK 16	84	16	0
TPK 25	85	15	0

Secara mikroskopis, sayatan tipis sampel TPK 04, TPK 36, dan TPK 16 (Gambar 4a, 4b, dan 4c) memperlihatkan mineral kromit yang berbentuk anhedral, hadir mengisi pertemuan antar butiran atau celah butiran olivin dan ortopiroksen dan memperlihatkan batas-batas mineral kromit yang tak beraturan membentuk tekstur *lobes* dan *hooks*.

Copyright © 2023 Akbar et.al
This work is licensed under the CC-BY-SA license

Sampel TPK 16 (Gambar 4c) memperlihatkan mineral olivin yang dikelilingi oleh mineral kromit (tekstur rim). Sedangkan pada sampel TPK 25 (Gambar 4d) memperlihatkan mineral kromit euhedral yang tersebar (*disseminated*) di dalam batuan harzburgit.



Gambar 6 Klasifikasi batuan ultramafik (Le Bas dan Streckeisen, 1991)

Berdasarkan analisis petrografi (Tabel 2)) dan hasil pengeplotan komposisi mineral utama pada klasifikasi batuan ultramafik (Le Bas dan Streckeisen, 1991) (**Gambar 6**), diperoleh dua satuan batuan yaitu dunit (TPK 04 dan TPK 36) dan harzburgit (TPK 16 dan TPK 25).

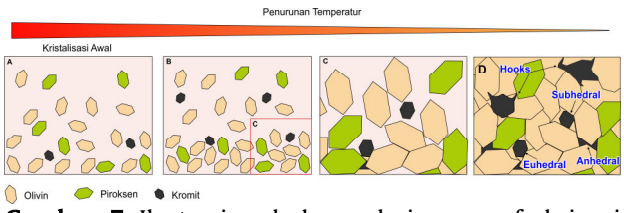
4.2 Mineragrafi

Analisis mineragrafi dilakukan pada empat sampel batuan dengan kode sampel TPK 04, TPK 36, TPK 16, dan TPK 25. Keseluruhan sampel memperlihatkan hadirnya mineralisasi kromit. Secara mikroskopis, kromit memiliki warna refleksi abu-abu dan isotropik. Mineral kromit pada sayatan berbentuk anhedral. Mineral kromit pada sayatan poles ini juga memperlihatkan batas-batas mineral kromit yang tak beraturan membentuk tekstur *lobes* dan *hooks* serta rekahan-rekahan yang terbentuk membuat mineral kromit terpisah-pisah sehingga memperlihatkan tekstur *disseminated* (**Gambar 5**).

5 Pembahasan

Daerah penelitian disusun oleh batuan ultramafik yaitu dunit dan harzburgit. Secara megaskopis (Gambar 3), keseluruhan sampel batuan berwarna kehijauan dengan warna lapuk kekuningan, holokristalin, faneritik, euhedral-subhedral, hipidiomorfik granular, dengan struktur masif. Keseluruhan sampel disusun oleh mineral olivin, piroksen, serta sedikit kromit dan serpentin. Mineral kromit di daerah penelitian hadir pada batuan dunit (TPK 04 dan TPK 36) dan harzburgit (TPK 16 dan TPK 25).

Mineral kromit pada batuan dunit dan harzburgit memperlihatkan warna hitam hingga keabuan dan terbentuk di antara mineral olivin dan piroksen (Gambar 3). Tekstur yang diperlihatkan baik pada sayatan tipis maupun pada sayatan poles yaitu tekstur *disseminated* yang memperlihatkan mineral kromit yang tersebar dengan bentuk butir mineral kromit yang anhedral tidak teratur membentuk tekstur *lobes* dan *hooks* (Gambar 4 dan Gambar 5) yang menunjukkan bahwa mineral kromit pada batuan ini pembentukannya terlambat atau terbentuk terakhir oleh pengendapan kimiawi (Grond, 1982), sehingga terbentuknya mineral kromit pada batuan di daerah penelitian menyesuaikan dengan bentuk celah antara mineral olivin dan piroksen yang telah terbentuk terlebih dahulu (Gambar 7). Selain itu, tekstur *disseminated* menunjukkan bahwa mineral kromit yang ditemukan pada batuan dunit dan harzburgit yang telah mengalami rekahan (**Gambar 3**). Hal ini bisa dilihat pada Gambar 5 yang memperlihatkan mineral kromit memiliki rekahan yang banyak sehingga mineral kromit ini terpisah-pisah menjadi bagian yang lebih kecil. Menurut Grond (1982) tekstur *disseminated* ini menandakan bahwa mineral kromit di daerah penelitian telah mengalami deformasi yang tinggi. Hal ini sejalan dengan proses pengalihtempatan Kompleks Ofiolit ESO yang merupakan bagian dari Lempeng Pasifik ke atas Sundaland dengan mekanisme obduksi (Kadarusman dkk., 2004). Terbentuknya tekstur *disseminated* pada kromit *podiform* di atas juga didukung dengan beberapa studi mengenai kromit *podiform* pada ofiolit dari berbagai daerah (Edwards dkk., 2000, Nicolas, 1989). Bentuk endapan kromit podiform akan berubah seiring dengan jaraknya dari pusat pemekaran (*spreading*) di mantel bagian atas ketika lempeng samudra mengalami pemekaran (*spreading*).



Gambar 7 Ilustrasi sederhana dari proses fraksinasi kristal dalam proses terbentuknya mineral kromit dengan tekstur hooks dan bentuk mineral euhedral-anhedral (modifikasi dari Chen dkk. (2021)

Berdasarkan klasifikasi tipe mineral kromit podiform berdasarkan tekstur mineral kromit menurut Grond (1982) (Tabel 1), kromit *podiform* di daerah penelitian memiliki tekstur *disseminated* yang masuk dalam tipe kelas II; tipe tekstur non-kumulat.

6 Kesimpulan

Mineralisasi kromit didaerah penelitian ditemukan pada batuan dunit dan harburgit. Berdasarkan hasil pengamatan megaskopis dan mikroskopis berupa analisis petrografi dan mineragrafi, mineral kromit pada daerah penelitian membentuk tekstur tersebar (*disseminated*) pada tubuh batuan dengan bentuk butir anhedral dan membentuk tekstur *lobes* dan *hooks* di antara mineral olivin dan ortopiroksen pada kedua batuan tersebut. Berdasarkan klasifikasi tipe kromit *podiform* berdasarkan tekstur, tipe mineralisasi kromit di daerah penelitian adalah tipe kromit *podiform* non-kumulat.

Referensi

Arai, S. & Miura, M. 2015. Podiform chromitites do form beneath mid-ocean ridges. Lithos, 232, pp. 143-149. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2015.06.015

Brathwaite, R. L., Christie, A. B. & Jongens, R. 2017. Chromite, platinum group elements and nickel mineralisation in relation to the tectonic evolution of the Dun Mountain Ophiolite Belt, east Nelson, New Zealand. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 60(3), pp. 255-269. https://doi.org/10.1080/00288306.2017.1313279

Chen, Y., Niu, Y., Duan, M., Gong, H. & Guo, P. 2021. Fractional crystallization causes the iron isotope contrast between mid-ocean ridge basalts and abyssal peridotites. Communications Earth & Environment, 2(1), pp. 65. https://doi.org/10.1038/s43247-021-00135-5

Edwards, S. J., Pearce, J. A. & Freeman, J. 2000. New insights concerning the influence of water during the formation of podiform chromitite. *In:* Dilek, Y., Moores, E. M., Elthon, D. & Nicolas, A. (eds.) Ophiolites and oceanic crust: new insights from field studies and the Ocean Drilling Program. Geological Society of America. pp. 139-147. https://doi.org/10.1130/0-8137-2349-3.139

Grond, H. C. 1982. A genetic model for alpine-type chromite deposits in the Josephine peridotite, Northwest California and Southwest Oregon, Thesis, University of British Columbia.

Hamilton, W. B. 1979. Tectonics of the Indonesian Region (Report No. 1078). Professional Paper, U.S. Govt. Print. Off. https://doi.org/10.3133/pp1078

Kadarusman, A., Miyashita, S., Maruyama, S., Parkinson, C. D. & Ishikawa, A. 2004. Petrology, geochemistry and paleogeographic reconstruction of the East Sulawesi Ophiolite, Indonesia. Tectonophysics, 392(1-4), pp. 55-83. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2004.04.008

Le Bas, M. J. & Streckeisen, A. L. 1991. The IUGS systematics of igneous rocks. Journal of the Geological Society, 148(5), pp. 825-833. https://doi.org/10.1144/gsjgs.148.5.0825

Nicolas, A. 1989. Structures of Ophiolites and Dynamics of Oceanic Lithosphere. Springer Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-2374-4

Parkinson, C. 1998. Emplacement of the East Sulawesi Ophiolite: evidence from subophiolite metamorphic rocks. Journal of Asian Earth Sciences, 16(1), pp. 13-28. https://doi.org/10.1016/s0743-9547(97)00039-1

Roberts, S. 1988. Ophiolitic chromitite formation; a marginal basin phenomenon? Economic Geology, 83(5), pp. 1034-1036. https://doi.org/10.2113/gsecongeo.83.5.1034

Rollinson, H. & Adetunji, J. 2013. Mantle podiform chromitites do not form beneath mid-ocean ridges: A case study from the Moho transition zone of the Oman ophiolite. Lithos, 177, pp. 314-327. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2013.07.004

Rusmana, E., Sukido, Sukarna, D., Haryono, E. & Simandjuntak, T. O. 1993. Peta Geologi Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi, skala 1 : 250.000. Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Schulte, R. F., Taylor, R. D., Piatak, N. M. & Seal, R. R. 2012. Stratiform chromite deposit model: Chapter E in Mineral deposit models for resource assessment (Report No. 2010- 5070E). Scientific Investigations Report, U.S. Geological Survey. https://doi.org/10.3133/sir20105070E

Thayer, T. P. 1964. Principal features and origin of podiform chromite deposits, and some observations on the Guelman-Soridag District, Turkey. Economic Geology, 59(8), pp. 1497-1524. https://doi.org/10.2113/gsecongeo.59.8.1497

Zaidan, M. & Garinas, W. 2021. Kajian Bahan Baku Mineral Nikel Untuk Baterai Listrik di Daerah Sulawesi Tenggara. Jurnal Rekayasa Pertambangan, 1(1), pp. 49-57.

Copyright © 2023 Akbar et.al
This work is licensed under the CC-BY-SA license