

Kajian petrografi dan geokimia batuan ultrabases sekitar Ranau, Sabah (Petrographic and geochemical study of ultrabasic rocks in the vicinity of Ranau, Sabah)

MOHD ROZI UMOR¹, HAMZAH MOHAMAD¹, OSAMA A. TWAIQ¹, MOHAMAD MD. TAN¹,
ANIZAN ISAHAK¹ DAN BABA MUSTA²

¹Program Geologi, Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam,
Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor
e-mail : umor@pkriscc.ukm.my

²Jabatan Geologi, Sekolah Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah.
Beg Berkunci 2073, 88999 Kota Kinabalu, Sabah

Abstrak: Kajian ini dilakukan bagi menentukan petrografi dan ciri-ciri geokimia batuan ultrabases di sekitar Ranau, Sabah. Kajian petrografi menunjukkan batuan terdiri daripada serpentinit, peridotit dan dunit. Kajian geokimia pula menunjukkan batuan berasal daripada magma siri tholeitik rendah K menunjukkan ia jenis basalt lautan. Sekitaran pembentukannya dicadangkan di permatang tengah lautan (MORB). Unit batuan ini mengalami pengangkatan hasil rejahan batolitis Gunung Kinabalu.

Abstract: This study has been carried out to determine the petrography and the geochemical character of the ultrabasic rocks at the vicinity of Ranau, Sabah. The petrographic study shows that the rocks are composed of serpentinite, peridotite and dunite. Geochemical study has revealed that the rocks are derived from the low K tholeitic magma series, indicating an abyssal type basalt. The tectonic setting is proposed as middle oceanic ridge basalt (MORB). The rock unit has been uplifted by the intrusion of Gunung Kinabalu batholith.

PENDAHULUAN

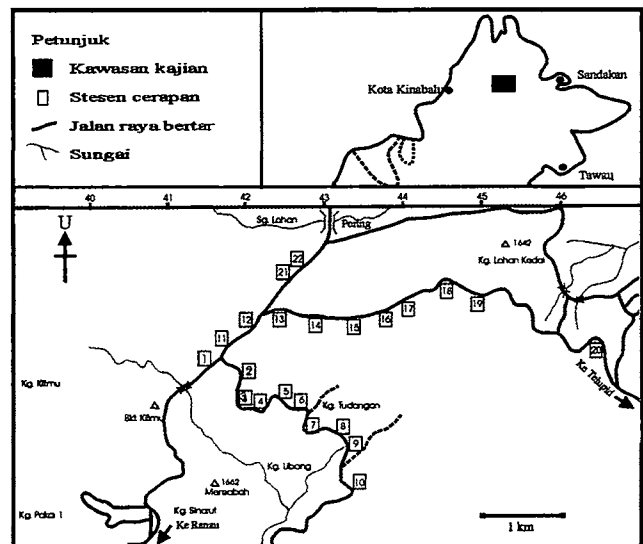
Kawasan sekitar Kundasang-Ranau-Telupid, Sabah memang terkenal dengan batuan ultrabases yang tertabur meluas. Batuan ultrabases ini dilitupi oleh tanah luhawa setempat yang berwarna merah gelap, berbeza dengan tanah luhawa batuan granit yang lebih cerah. Disebabkan kawasan singkapan yang luas, kajian ini ditumpukan di sekitar Ranau sahaja, meliputi Kg. Sinarut, Kg. Libang, Kg. Ludangan dan Kg. Lohan Kedai (Rajah 1). Cerapan lapangan dan persampelan dilakukan di 22 singkapan sepanjang jalan dari Ranau ke arah Sandakan dan Poring yang mendedahkan batuan segar dan tanah.

KAEDAH KAJIAN

Tumpuan kajian adalah terhadap batuan ultrabases yang segar, tidak meliputi tanah terluluhawa. Bagi mendapatkan sampel batuan segar, kajian dilakukan sepanjang jalan yang mempunyai potongan bukit batuan ultrabases. Cerapan lapangan yang dilakukan meliputi warna, saiz butiran, jenis-jenis batuan yang boleh dibezakan di lapangan dan kewujudan kekar dan sesar.

Persampelan dilakukan bagi tujuan kerja makmal. Ia meliputi penyediaan keratan nipis batuan untuk analisis petrografi dan penyerbukan batuan untuk analisis geokimia. Sampel yang dipungut bersaiz sekitar 10 cm x 10 cm x 5

cm. Sebanyak 14 keratan nipis batuan ultrabases dikaji petrografinya dan 10 sampel dianalisis geokimia. Penentuan kepakatan unsur-unsur major dilakukan menggunakan sampel berbentuk keping kaca terlakur dengan nisbah pencairan sampel terhadap spektrofuk ialah 1:10. Kaedah penyediaan sampel adalah mengikut Norrish & Hutton



Rajah 1. Peta kawasan kajian dan stesen cerapan yang dilakukan di daerah Ranau, Sabah.

(1969), dengan beberapa penyesuaian. Peralatan yang digunakan ialah spektrometer pendarflour sinar-X automatik penuh jenama Phillips PW 1480 bertempat di Makmal Sinar-X, Fakulti Sains dan Teknologi, UKM. Kaedah graf kalibrasi keamatan-kepekatan digunakan yang mana graf kalibrasi setiap unsur dibina menggunakan 20 bahan rujukan terperaku. Ralat analisis dianggarkan sekitar 1-2% relatif.

HASIL KAJIAN

Cerapan lapangan

Kesemua 22 stesen cerapan yang mewakili hampir keseluruhan kawasan kajian merupakan potongan bukit jalan raya (Rajah 1). Potongan-potongan bukit ini mempunyai saiz yang pelbagai, daripada 5 meter hingga mencapai 150 meter panjang.

Di lapangan, penulis membuat pengecaman batuan berdasarkan warna, saiz butiran dan mineral yang boleh dikenal melalui sampel tangan. Berdasarkan cirian ini dikelaskan batuan sebagai serpentinit dan batuan ultrabes. Secara keseluruhan batuan serpentinit banyak dijumpai di lokaliti yang mengalami kesan kekar dan sesar yang teruk. Permukaan kekar dan sesar mempunyai mineral serpentinit yang berwarna hijau berkilat (Rajah 2a). Telerang serpentinit juga banyak dijumpai menerobos di dalam batuan ultrabes berkelebaran 1-2 mm (Rajah 2b). Ia dikatakan sebagai telerang "crystolite" mengikut Jacobson (1970).

Batuan ultrabes terdiri daripada batuan ultrabes berbutir halus hingga sederhana dan batuan ultrabes berbutir kasar berfenokris. Batuan ultrabes berbutir halus hingga sederhana berwarna kelabu gelap (Rajah 2c). Ia biasa dijumpai bersama-sama dengan serpentinit di singkapan yang mengalami kekar dan sesar yang kuat. Kajian mendapati ia dominan di lokaliti UB1, UB4, UB5, UB6, UB7, UB8, UB10, UB11 dan UB12 (Rajah 2d). Batuan ultrabes berbutir kasar berfenokris pula dijumpai wujud dalam bongkah yang lebih besar dan kurang mengalami kesan kekar dan sesar (Rajah 2e). Ia dijumpai dilokaliti UB3, UB9, UB13, UB14, UB15, UB16, UB17, UB18, UB20, UB21 dan UB 22. Fenokris terdiri daripada piroksen yang dikenalpasti berdasarkan bentuknya yang bersegi dan memanjang, serta kewujudan ira yang bersilang (Rajah 2f). Oleh itu, secara umumnya batuan ultrabes berubah saiz butiran daripada timur ke barat menunjukkan kemungkinan perubahan kedalaman jasad dari luar terobosan ke bahagian teras terobosan yang bersaiz butiran lebih kasar. Melalui mikroskop batuan berbutir halus hingga sederhana adalah dunit dan batuan berbutir kasar berfenokris adalah peridotit.

Petrografi

Daripada 18 sampel yang dipunggut di lapangan, lapan sampel telah dibuat keratan nipis batuan dan dianalisis secara petrografi. Ia terdiri daripada sampel bernombor UB 2, UB 4, UB 9, UB 13, UB 20a, UB 20b, UB 20c dan UB 21. Hasil analisis secara pembilangan titik mod mineral

keratan nipis batuan menunjukkan pengelasan segitiga olivin-ortopiroksen-klinopiroksen paling sesuai digunakan kerana mineral-mineral ini merupakan mineral melimpah di dalam batuan. Hasil analisis menunjukkan batuan dinamakan sebagai serpentinit, peridotit terdiri daripada iherzolit, harzburgit dan wehrlit, juga dunit yang dominan dengan mineral olivin.

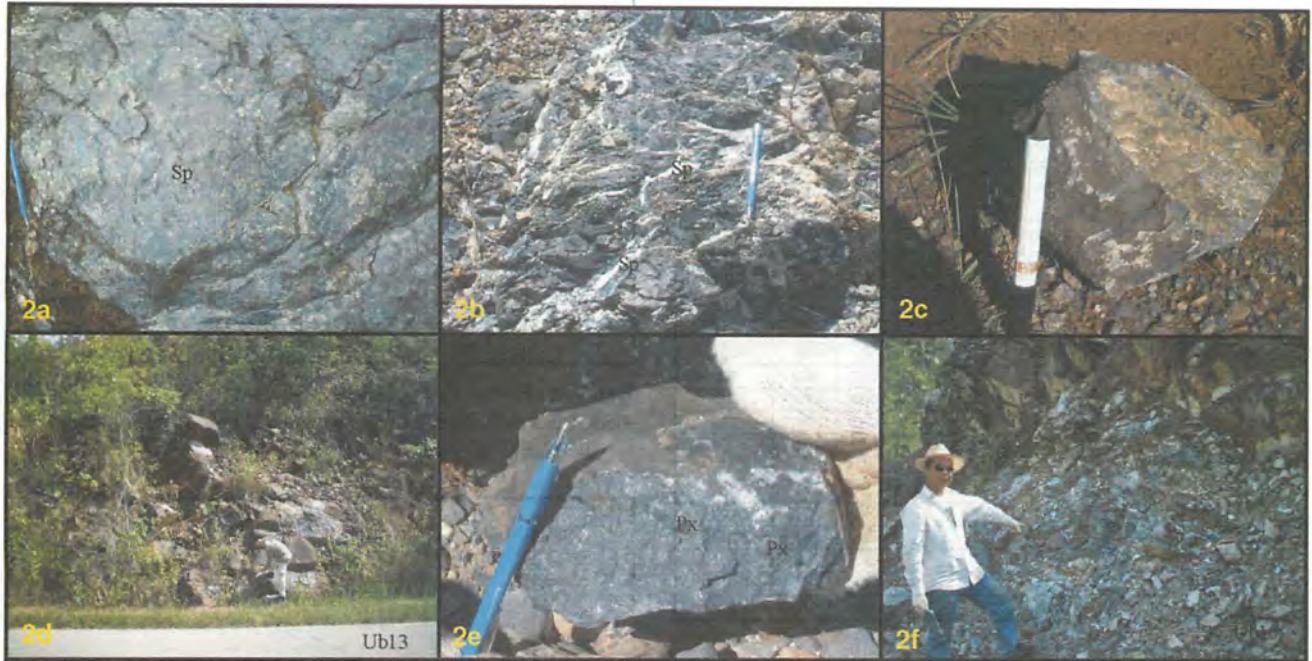
Serpentinit merujuk kepada batuan yang mengandungi lebih 50% isipadu batuan adalah mineral serpentinit. Ia diwakili oleh sampel UB21. Dijumpai juga serpentinit yang membentuk telerang-telerang memotong olivin dan piroksen. Telerang ini cukup melimpah menyebabkan olivin dan piroksen sukar dikenalpasti (Rajah 3a). Akibat tegasan yang berlaku, piroksen telah mengalami mampatan menyebabkaniranya terbelok dan mewujudkan permukaan bertala-tala.

Peridotit pula merujuk kepada batuan yang mempunyai kandungan olivin antara 40-80% isipadu batuan. Perbezaan penamaan kepada iherzolit, harzburgit dan wehrlit adalah bergantung kepada peratusan piroksen, sama ada kaya klinopiroksen, kaya ortopiroksen atau hampir sama. Sampel menunjukkan batuan boleh dinamakan sebagai iherzolit diwakili oleh UB13 dan UB 20b, sementara harzburgit diwakili oleh UB20c. Iherzolit mengandungi mineral ortopiroksen dan klinopiroksen yang hampir sama banyak. Kebanyakan ortopiroksen adalah enstatit yang dikenal berdasarkan sifat padaman selari dan tidak menunjukkan pleokrisme, berbanding hipersten yang berpleokrisme. Enstatit didapati telah terubah hasil proses penyerpentinit menjadi antigorit. Sementara klinopiroksen pula terdiri daripada augit. Ia dikenal berdasarkan padaman bersudut dan membuat kembar struktur tulang tamban. Ia boleh terubah menjadi tremolit aktinolit hasil penyerpentinit (Rajah 3b). Di dalam iherzolit dan harzburgit, piroksen menjadi fenokris bersaiz 3-15 mm di dalam jisim latar olivin yang bersaiz 0.5-1.0 mm.

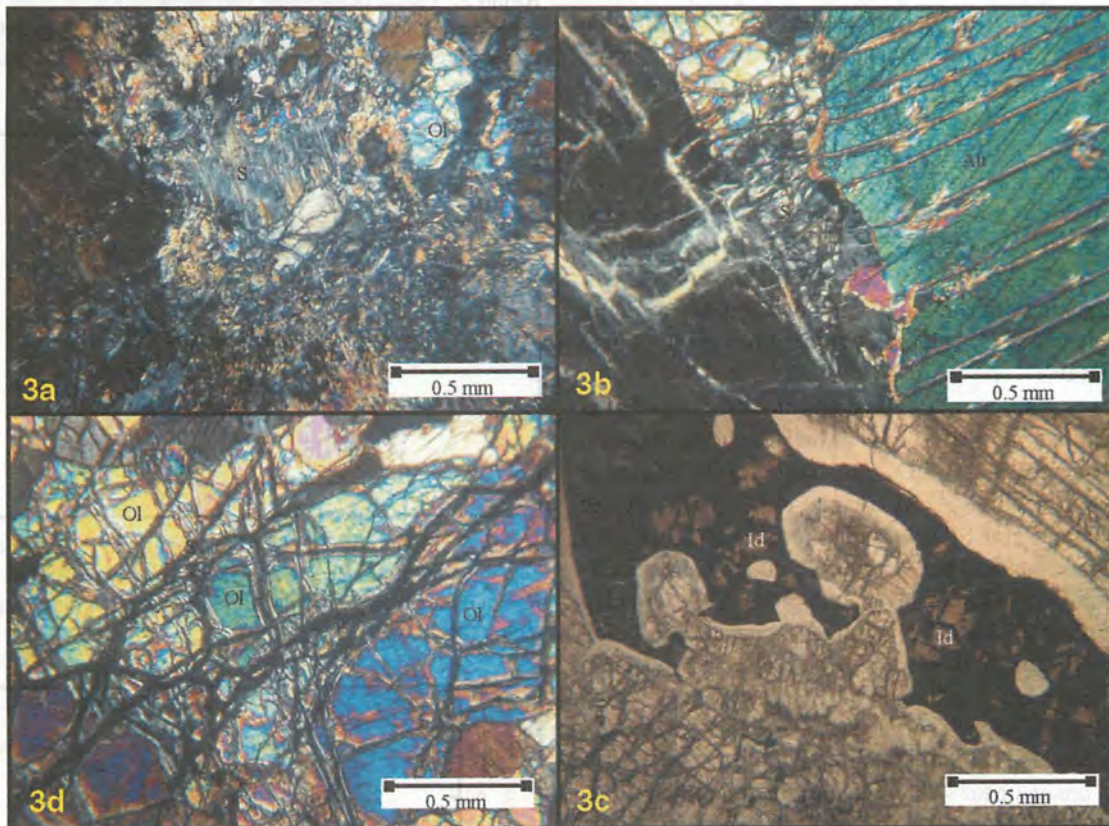
Dunit merupakan mineral kaya olivin iaitu melebihi 90% isipadu batuan. Ia biasanya berbutir sederhana hingga kasar. Ia diwakili oleh sampel UB 9 dan UB 20a. Terdapat juga olivin bersaiz 10 mm tetapi telah mengalami retakan yang diisi oleh serpentinit menjadikannya terpecah kepada saiz lebih kecil. Olivin dikenal berdasarkan retakan yang tidak sekata yang banyak, ira yang tidak jelas, jasad timbul yang lebih tinggi berbanding piroksen dan membuat padaman selari dengan garis bentuk (Rajah 3c). Terdapat juga olivin yang telah berlaku perubahan disepanjang retakan yang tidak sekata kepada oksida besi magnetit dan juga antigorit. Olivin yang terubah kepada oksida besi dikelilinginya menjadi idingsit yang berwarna merah coklat (Rajah 3d).

Analisis geokimia

Sebanyak 10 sampel telah dianalisis bagi mewakili geokimia batuan ultrabes kawasan kajian. Jadual 1 menunjukkan peratusan kepekatan unsur-unsur oksida major dalam unit peratus berat (wt%) bagi sampel sekitar Ranau yang telah dianalisis melalui mikroskop, sementara Jadual



Rajah 2. a) Cerapan batuan serpentinit (Sp) di lapangan menunjukkan batuan berwarna hijau berkilat. B) Telerang serpentinit (Sp) di dalam batuan ultrabes dikenali "crystalite" mengikut Jacobson (1970). Ia berselirat berwarna putih dan berketebalan 1-2 mm. c) Sampel tangan batuan ultrabes berbutir halus (UB1) di lapangan. Lokaliti UB1. d) Singkapan lapangan yang dominan batuan ultrabes berbutir halus yang mengalami kesan kekar dan sesar yang kuat. Lokaliti UB 10. e) Singkapan lapangan batuan ultrabes berbutir kasar yang hadir sebagai bongkah yang lebih besar dan kurang mengalami kesan kekar dan sesar. Lokaliti UB 13. f) Sampel tangan batuan ultrabes berbutir kasar menunjukkan kehadiran fenokris piroksen (Px).



Rajah 3. a) Cerapan petrografi serpentinit diwakili oleh sampel UB 21 menunjukkan telerang serpentinit (S) yang berselirat menyukarkan pengecaman olivin (Ol). Pandangan nikol silang. b) Cerapan petrografi peridotit sampel UB 13 menunjukkan augit (Au) berstruktur tulang ikan tambam yang telah mengalami perserpentinit (S). Pandangan nikol silang. c) Cerapan petrografi dunit yang kaya olivin (Ol) diwakili oleh sampel UB 9. Olivin telah mengalami rekahan yang diisi oleh serpentinit. Pandangan nikol silang. d) Olivin yang telah berubah kepada idingsit (Id) yang berwarna merah coklat. Oksida besi mengisi di sekeliling mineral ini. Pandangan tanpa nikol silang.

Jadual 1. Kepekatan unsur-unsur oksida major dalam peratus berat (wt%) bagi batuan ultrabes Ranau.

Unsur	KG	Nombor sampel								Purata
		2A	2B	3	4	8	9	10		
Ba	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp
Ce	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp
La	9	16	19	25	8	dhp	16	30	17.5714	
U	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	
Th	116	63	60	71	37	131	51	65	74.25	
Ni	3836	2831	3204	3585	3558	3684	3248	14705	4831.38	
Cr	3205	2640	3021	2810	3115	2502	2735	3122	2893.75	
V	46	66	72	26	42	23	51	62	48.5	
Nb	76	78	77	78	76	77	78	77	77.125	
Zr	61	66	67	61	62	61	61	64	62.875	
Y	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	
Sr	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	
Rb	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	
Pb	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	dhp	2	dhp	2	
As	dhp	17	8	4	12	dhp	12	7	10	
Ga	13	14	14	15	14	13	13	14	13.75	
Zn	45	48	50	41	46	50	46	62	48.5	
Cu	26	27	25	19	28	21	34	45	28.125	
Hf	6	5	7	5	8	7	5	5	6	
Co	94	87	96	97	88	68	90	93	89.125	

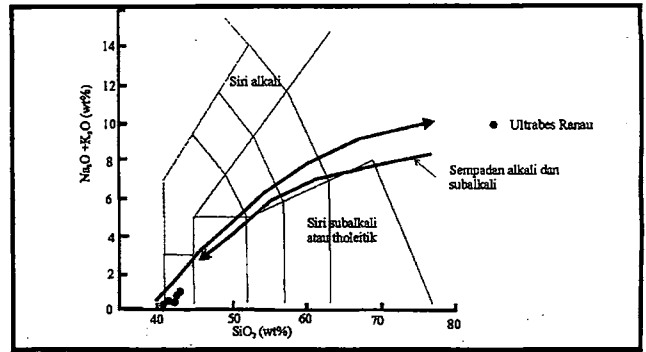
dhp — di bawah had pengesanan

2 merupakan kepekatan unsur-unsur surih dalam unit bahagian per juta (bpj) bagi batuan sekitar Kundasang-Ranau-Telupid.

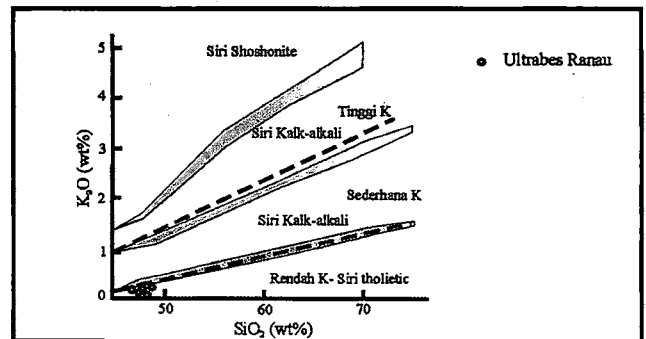
Daripada keputusan analisis didapati julat peratus berat SiO₂ sangat rendah; 40.92-44.11% mencirikan ia batuan ultrabes. Batuan berkompposisi K₂O dan TiO₂ sangat rendah; P₂O₅ juga sangat rendah; tinggi kandung MgO dengan julat peratus berat 29.78-38.55 dengan purata 37.09 peratus berat; CaO yang agak tinggi mencapai nilai 11.56 peratus berat; dan kandungan Fe₂O₃ dan Al₂O₃ yang agak tinggi masing-masing ber julat 8.06-9.92 peratus berat dan 1.83-5.03 peratus berat. Kehadiran unsur-unsur surih bagi Ba, Ce, U, Y, Sr, Rb dan Pb di bawah had pengesanan; kaya dengan unsur-unsur Ni dan Cr dengan masing-masing ber julat kepekatan 2,831-14,705 bpj dan 2,502-3,205 bpj. Ciri sebegini menunjukkan magma merupakan jenis tholeitik kaya magnesium. Ia merupakan magma basalt lautan (abyssal basalt).

Tiga pemplotan menggunakan unsur-unsur oksida major dilakukan iaitu graf TAS (MacDonald & Matsura, 1964), graf peratus berat SiO₂ terhadap K₂O (Le Maitre *et al.*, 1989) dan segitiga AFM (Pearce *et al.*, 1977) Plotan TAS melibatkan graf SiO₂ terhadap jumlah alkali (K₂O + Na₂O) Ia menunjukkan batuan terletak dalam batuan kalk-alkali atau tholeitik (Rajah 4) Apabila plotan SiO₂ terhadap K₂O dilakukan didapati jenis magma basalt ini boleh dikelaskan sebagai siri tholeitik rendah K (Rajah 5) Tafsiran sekitaran pembentukkan batuan berdasarkan rajah segitiga AFM menunjukkan batuan ultrabes ini terbentuk di sekitaran permatang tengah lautan (MORB) (Rajah 6).

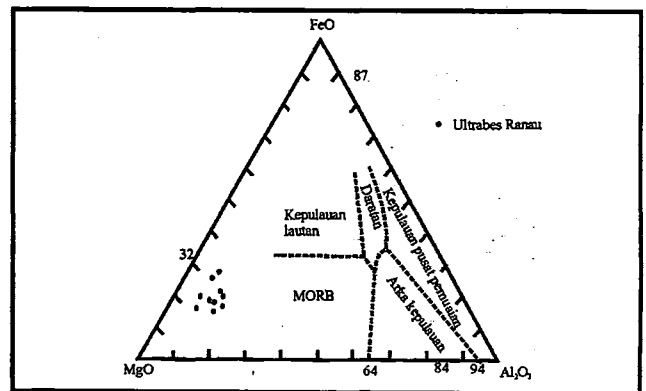
Plotan unsur-unsur surih pula melibatkan plotan P₂O₅-Zr (Winchester & Floyd, 1976) dan Ti-Zr (Pearce & Cann, 1973) Plotan P₂O₅-Zr menunjukkan batuan terdiri daripada magma siri tholeitik (Rajah 7) Apabila diplotkan graf Ti-Zr, didapati sekitaran pembentukkan batuan adalah daripada sekitaran permatang tengah lautan, selaras dengan plotan AFM (Rajah 8).



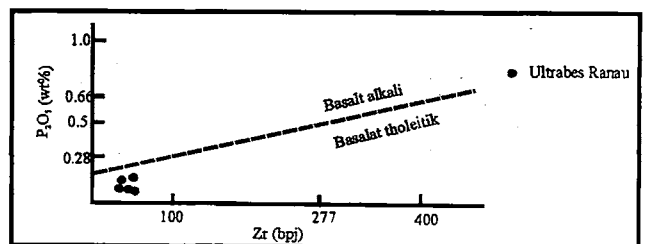
Rajah 4. Plotan TAS mengikut MacDonald & Matsura (1964) menunjukkan batuan ultrabes Ranau terkelas sebagai magma siri subalkali atau tholeitik.



Rajah 5. Plotan pengelasan batuan sub-alkali kepada unit lebih kecil menunjukkan batuan ultrabes Ranau terkelas sebagai Siri tholeitik rendah K. Pengelasan adalah mengikut Le Maitre *et al.* (1989).



Rajah 6. Plotan MgO-FeO-Al₂O₃ mengikut Pearce *et al.* (1977) bagi mendiskriminasi sekitaran tektonik batuan basalt. Ultrabes Ranau didapati terplot di dalam kelas sekitaran permatang tengah lautan (MORB).

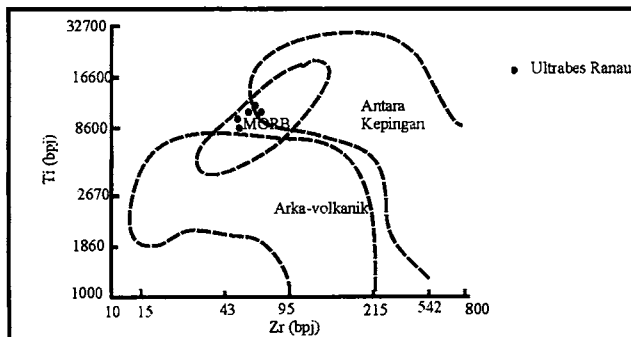


Rajah 7. Plotan P₂O₅-Zr mengikut Winchester & Floyd (1976) menunjukkan batuan ultrabes Ranau merupakan magma siri tholeitik.

Jadual 2. Kepekatan unsur-unsur surih dalam bahagian per juta (bpj) bagi batuan ultrabes sekitar Ranau.

Unsur	Nombor sampel										Purata
	UB2a*	UB4	UB5	UB9*	UB13	UB14*	UB16*	UB20b	UB20c*	UB21*	
SiO ₂	42.02	42.28	44.11	42.54	41.58	41.76	42.62	40.92	42.22	42.24	42.23
TiO ₂	0.09	0.11	0.1	0.15	0.015	0.15	0.09	0.15	0.12	0.1	0.11
Al ₂ O ₃	2.86	2.97	5.03	3.58	3.47	3.6	2.59	3.05	2.65	1.83	3.16
Fe ₂ O ₃	9.38	8.46	8.06	9.37	8.66	8.45	9.05	8.9	9.92	9.6	8.99
MnO	0.12	0.11	0.11	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12
MgO	37.47	37.8	29.78	36.81	38.02	38.18	38.03	38.39	37.87	38.55	37.09
CaO	2.35	2.26	11.56	3.13	2.87	3.25	2.33	2.61	2.25	2.62	3.52
Na ₂ O	0.47	0.43	0.39	0.64	0.47	0.55	0.42	0.54	0.58	0.35	0.48
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
P ₂ O ₅	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
L.O.I	5.21	5.52	1.86	3.66	4.66	3.96	4.74	6.38	4.24	4.78	4.50
Jumlah	100.00	99.96	101.02	100.03	99.89	100.04	100.01	101.09	100.00	100.21	100.22
K ₂ O + Na ₂ O	0.48	0.44	0.4	0.65	0.48	0.56	0.43	0.55	0.59	0.36	0.49

* - sampel dinormalkan

**Rajah 8.** Graf Ti-Zr mengikut Pearce & Cann (1973) digunakan dan plotan batuan ultrabes Ranau menunjukkan batuan terbentuk pada sekitaran permatang tengah lautan (MORB).

PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

Berdasarkan kajian petrografi dan geokimia, dapat disimpulkan bahawa batuan ultrabes terdiri daripada peridotit dan dunit terbentuk daripada magma siri tholeitik rendah K dan sekitaran pembentukannya di permatang tengah lautan (MORB) Kesimpulan ini adalah bersesuaian dengan jujukan stratigrafi yang dicadangkan oleh Jacobson (1970) yang menyatakan intrusif batuan ultrabes berlaku pada masa Kapur Atas Ini kerana pada masa Kapur Atas, batuan ultrabes terbentuk di bawah lautan dan dipercayai di permatang tengah lautan Ia mengalami pemuaihan dan mangalami pengangkatan akibat sesar pada masa Miosen Tengah Selepas itu, berlaku terobosan batolit Gunung Kinabalu pada Miosen Akhir dan pengangkatannya pada usia Pleistosen yang memberi kesan hidroterma kepada

batuan ultrabes membentuk serpentin dan struktur yang rencam.

PENGHARGAAN

Kajian ini merupakan sebahagian daripada projek penyelidikan IRPA 02-02-02-0021 diketuai oleh Prof. Dr. Hamzah Mohamad Terima kasih diucapkan kepada En. Osama A. Twaiq di atas kesudian ke lapangan bersama-sama dengan penulis.

RUJUKAN

- JACOBSON, G., 1970. Gunung Kinabalu Area, Sabah, Malaysia *Geological Survey Malaysia, Report 8*.
- LE MAITRE, R.W., BATEMAN, P., DUDEK, A., KELLER, J., LAMEYRE LE BAS, M.J., SABINE, P.A., SCMD, R., SORENCEN, H., STRECKEISEN A., WOOLLEY, A.R. AND ZANETTIN, B., 1989. *A classification of igneous rocks and glossary of term*. Blackwell, Oxford.
- MACDONALD, G.A. AND KATSURA, T., 1964 Chemical compisition of Hawaiian lavas *Journal Petrology*, 5, 83-133.
- NORRISH, K. AND HUTTON, J.T., 1969. An accurate X-ray spectrometry method for the analysis of the wide range of geological samples *Geochim Cosmochim Acta*, 33, 431-453.
- PEARCE, T.H, GORMAN, B.E AND BIRKETT, T.C., 1977. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. *Earth Planet. Sci. Lett.* 36, 121-132.
- PEARCE, J.A. AND CANN, J.R., 1973 Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth Planet. Sci. Lett.* 12, 339-349.
- WINCHESTER, J.A. AND FLOYD, P.A., 1976. Geochemical magma type discrimination; application to altered and metamorphosed basic igneous rocks. *Earth Planet. Sci. Lett.* 28, 459-469.