



## Tipe Magmatik Batuan Beku Formasi Gabon di Tinggian Karangbolong, Kebumen

### *Magmatic Types of the Igneous Rock of Gabon Formation, the Karangbolong Height, Kebumen*

Chusni Ansori, Isyqi dan Fitriany A Wardhani

Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung-LIPI, Jl. Karangsambung Km-19, Karangsambung, Kebumen,

email: [chus001@lipi.go.id](mailto:chus001@lipi.go.id), [ansorich.63@gmail.com](mailto:ansorich.63@gmail.com)

Naskah diterima : 02 Juli 2018, Revisi terakhir : 07 April 2019 Disetujui : 09 April 2019, Online : 14 April 2019

DOI: 10.33332/jgsm.2019.v20.2.63-74p

**Abstrak-** Kawasan Tinggian Karangbolong yang berada pada rangkaian Pegunungan Selatan Jawa didominasi oleh batuan gunungapi Formasi Gabon berupa breksi gunungapi, beberapa tubuh intrusi dan lava. Penelitian tipe magma pembentukan batuan beku di Tinggian Karangbolong belum pernah dilakukan sehingga kegiatan ini dimaksudkan untuk mengetahui sebaran, perubahan tipe magma dan posisi tektoniknya.

Penelitian ini mencakup penelitian lapangan dan laboratorium yang meliputi analisa petrografi menggunakan mikroskop polarisasi dan analisa geokimia 4 litho ICP- WRA untuk unsur utama dan ICP-WRA4B2 untuk unsur jejak dan unsur tanah jarang (REE). Hasil analisa di plot menggunakan diagram Total Alkali Silika, diagram AFM, diagram  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{FeO}(t) / \text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{K}_2\text{O}$  serta diagram laba-laba untuk unsur jejak dan REE.

Sebagian besar batuan beku pada Tinggian Karangbolong berupa andesit piroksin, basaltik andesit dan sedikit basal olivin. Ke arah utara batuan bersifat lebih asam yang tercermin dari meningkatnya kandungan  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$  serta menurunnya kandungan  $\text{MgO}$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Afinitas magma batuan intrusi di bagian utara sebagian besar berupa seri kalk alkalin (KR-18, KR-28, KR-6, KR-23) dan sedikit Toleit Busur Kepulauan pada intrusi dan lava di bagian selatan (KR-33 dan KR-17). Posisi tektonik pembentukan batuan berada pada *Island Arc Plate Margin*. Tipe magma kalk alkalin mengalami pengayaan unsur tanah jarang ringan (LREE) dibandingkan magma toleit, sedangkan unsur jejak (*trace element*) Sr, K, Rb, Ba, dan Th terjadi pemerayaan tinggi pada seluruh jenis magma.

**Katakunci :** Tinggian Karangbolong, batuan beku, tipe magmatik, posisi tektonik

**Abstract-** Karangbolong High located in Java Southern Mountain range is dominated by volcanic rocks of Gabon Formation in the form of volcanic breccia, some intrusion bodies and lavas. Research on the type of magma at Karangbolong high has never been done. This activity is intended to know the distribution, change the type of magma and tectonic position.

This research includes field sampling and laboratory work which includes petrographic analysis using polarization microscope and geochemistry analysis 4 litho ICP- WRA for major element and ICP-WRA4B2 for trace elements and REE. Results of geochemistry analysis are plotted in Total Alkali Silica (TAS) diagrams, AFM diagram,  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{FeO}(t) / \text{MgO}$  diagram,  $\text{SiO}_2$  Vs  $\text{K}_2\text{O}$  and the spider diagram for trace elements and REE.

Most of the igneous rocks at Karangbolong Region are andesite pyroxene, basaltic andesite and slightly basalt olivine. To the northward, igneous rocks are tend to more acid as reflected by the increase of  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  and  $\text{K}_2\text{O}$  and the decreasing of  $\text{MgO}$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  content. The affinity of the magma in the northern part is mostly Calc-Alkaline series (KR-18, KR-28, KR-6, KR-23) and slightly Island Arc Tholeiite as intrusion and lava at southern part (KR-33 and KR-17). The tectonic position of rock formation resides in Island Arc Plate Margin. The Calk-alkaline magma is enriched with the light rare earth elements (LREE) compared to the Tholeiite magma, while trace element Sr, K, Rb, Ba, and Th strongly enriched in all magma types.

**Keywords :** Karangbolong High, igneous rock, magmatic type, tectonic position

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Magma adalah cairan atau larutan silikat pijar yang terbentuk secara alamiah, bersifat mudah bergerak, bersuhu 900 – 1100°C dan berasal atau terbentuk pada kerak bumi bagian bawah hingga selubung bumi bagian atas (Alzwar, dkk., 1988). Magma merupakan bahan yang mempunyai sistem berkomponen ganda, terdiri atas fase cair sebagai komponen utama, sejumlah kristal sebagai fase padat, dan fase gas pada kondisi tertentu. Lebih dari hal tersebut, Wilson (1989) menyatakan generasi magma pada busur kepulauan terjadi pada baji mantel (*mantle wedge*) di bawah zona subduksi. Proses tersebut akan menghasilkan magma dengan komposisi kimia spesifik dalam kandungan unsur utama (*major element*) maupun unsur jejak (*trace element*). Diagram unsur tanah langka (*rare earth element/REE*) menunjukkan adanya pengkayaan unsur tanah langka ringan dari basal toleit busur kepulauan, basal kapur alkali sampai basal shosonit, di samping itu di dalam diagram laba-laba (*spider diagram*) menunjukkan anomali negatif pada unsur Ta, Nb, Ti, pengkayaan pada unsur-unsur K, Ba, Sr, Rb meningkat dari seri toleit hingga seri shosonit (Gill, 1981; Wilson, 1991).

**Tabel 1.** Karakteristik seri magma dengan posisi tektoniknya, Wilson (1991)

Tectonic setting	Plate margin		Within plate	
	Convergen (destructive)	Divergen (constructive)	Intra oceanic	Intra continental
Volcanic feature	Island arc Active continental margin	Mid oceanic ridge Back-arc spreading centre	Oceanic island	Continental rift zone Continental flood basalt
Characteristic magma series	Tholeiitic Calc-alkaline Alkaline	Tholeiitic -	Tholeiitic Alkaline	Tholeiitic Alkaline
SiO <sub>2</sub> range	Basalt and differentiates	Basalt	Basalt and differentiates	Basalt and differentiates

Macdonald (1972) mendefinisikan gunungapi sebagai tempat atau bukaan yang menjadi titik awal bagi batuan pijar dan atau gas yang keluar ke permukaan bumi dan bahan sebagai produk yang menumpuk di sekitar bukaan tersebut membentuk bukit atau gunung. Simkin dkk (1981) dan Gill (1981) menyatakan bahwa gunungapi masa kini yang berkembang di daerah tunjaman pada umumnya berkomposisi andesit, mempunyai bentuk kerucut komposit atau strato, tersusun oleh perlapisan batuan beku luar, aglomerat, breksi gunungapi dan tuf, kadang-kadang diintrusi oleh batuan beku terobosan berbentuk retas, sill, kubah bawah permukaan (*cryptodome*) dan leher gunungapi.

Menurut Best (1982), untuk mengetahui asal-usul batuan (petrogenesa) perlu diperhatikan komposisi kimia, mineralogi, tekstur dan asosiasi batuan tersebut di lapangan. Komposisi mineralogi menunjukkan keadaan tekanan (P), temperatur (T) dan komposisi kimia (X) pada kondisi kesetimbangan akhir yang stabil dalam suatu sistim magma. Komposisi kimia memberikan gambaran mengenai sumber bahan yang menyusun batuan. Penentuan tipe magma di Pegunungan Serayu Utara dan Selatan pada batuan basal mendapatkan data lava basal Ponjen dan Kalisoka adalah magmatisme fase transisi (*back arc volcanism*) dari *southern volcanism* (bersifat toleit menuju *northern part volcanism* yang bersifat kalk alkalin, (Fadhlin dkk, 2018)

Penelitian tipe magma pembentukan batuan beku di Tinggian Karangbolong belum pernah dilakukan. Maksud penelitian ini untuk mengetahui sebaran, perubahan tipe magma dan posisi tektoniknya.

**Tabel 2.** Hubungan antara posisi tektonik dengan seri magmatik yang terbentuk, Best (1982)

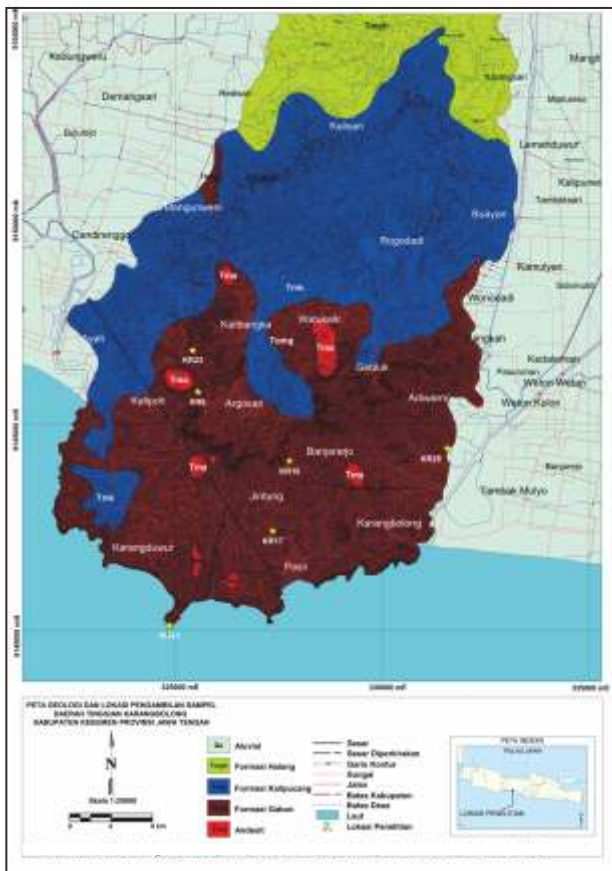
Posisi tektonik	Seri batuan magma
<i>Oceanic rift</i>	Tholeit, pada tepinya bisa alkali
<i>Continental rift</i>	Tholeit, alkali, peralkali
<i>Subduction zone</i>	Calk-alkali, tholeit jarang alkali
<i>Intra plate</i>	Semua mungkin kecuali kalk alkali

**Geologi Daerah Karangbolong**

Tinggian Karangbolong merupakan daerah pegunungan dengan ketinggian puncak gunung > 400 m. dpl serta bentang alam karst disekitarnya. Batuan gunungapi mendominasi kawasan ini di bagian selatan, sedangkan di bagian utaranya merupakan topografi *karst*. Secara fisiografi daerah ini termasuk kedalam rangkaian Pegunungan Selatan Jawa (Bemmelen, 1949). Rangkaian Pegunungan Selatan Jawa tidak menerus dari barat ke timur namun mengalami depresi di Kebumen Selatan dan Lumajang yang mana rangkaian gunungnya hilang sehingga garis pantai bergeser ke arah utara. Depresi Kebumen yang diikuti naiknya tinggian Karangbolong diakibatkan oleh terjadinya pasangan sesar geser mengiri Kebumen-Muria dan sesar geser manganan Cilacap-Pemanukan pada Paleogen (Satyana., 2009). Pengangkatan maksimum terjadi di pusat pertemuan sesar ini yang mengakibatkan naiknya batuan Pra Tersier di Karangsambung. Akibat kenaikan daerah ini maka terjadi kesetimbangan isostasi membentuk depresi masuk ke dalam Samudera Hindia. Hal ini dibuktikan dari data seismik adanya batuan *Old*

*Andesite Formation (OAF)* di bawah laut di bagian selatan Banyumas (Sujanto dkk., 1994).

Geologi daerah ini tersusun oleh Formasi Gabon, Formasi Kalipucang, Formasi Halang (Asikin dkk., 1992). Formasi Gabon (Tomg) tersusun oleh breksi gunungapi, lava andesit, tuff, lapilli dan material laharik berumur Miosen Awal dan Oligosen Akhir. Matriks tufa banyak yang berubah menjadi tras dan bentonit. Intrusi andesit (Tma), berumur Miosen Awal- Tengah dijumpai pada Formasi Gabon. Formasi Kalipucang (Tmk), tersusun oleh serpih bitumen, batu gamping bio-klastik dan batu gamping koral yang terbentuk secara tidak selaras di atas Formasi Gabon pada Kala Miosen Tengah. Formasi Halang (Tmph), tersusun oleh endapan turbidit berupa batupasir karbonatan, pasir tufaan, napal, napal tufaan dan batulempung berumur Miosen Tengah- Pliosen (Gambar 1). Berdasarkan peta anomali *gravity*, Formasi Gabon menebal ke arah selatan dan berada di bawah Formasi Kalipucang secara tidak selaras yang menebal ke arah utara (Gaol., dkk, 2004).



**Gambar 1:** Peta geologi daerah penelitian serta lokasi pengambilan sampel batuan beku.

Di kawasan ini terdapat 9 (sembilan) jenis bahan tambang berupa batugamping, fosfat, mangaan, andesit, bentonit, kaolin, tras, emas dan serpih bitumen (Ansori dan Puswanto, 2011). Endapan bitumen padat berada pada Formasi Kalipucang bagian bawah (Tobing., 2003). Pemda Kebumen berencana mengembangkan kawasan ini hingga Karangsembung menjadi Geopark Karangsembung-Karangbolong. *Geosite* yang sudah teridentifikasi untuk pengembangan geopark pada kawasan ini mencakup 9 (sembilan) *geosite* yang mana sebagian besar sudah dikembangkan sebagai obyek wisata (Ansori., 2017).

Berdasarkan data geokimia dan geokronologi batuan magmatik, batuan tertua di jalur Pegunungan Serayu Selatan adalah Eosen Akhir sedangkan periode magmatik utamanya pada Oligo Miosen (Soeryaatmaja dkk., 1994). Produk batuan berupa andesit piroksin bersifat Kalk Alkalin serta selaan tuff dasitik. Lava umumnya sebagai toleit busur kepulauan, di Pacitan berupa lava bantal yang diintrusi andesit. Gunungapi pada Rangkaian Pegunungan Selatan Jawa sebagian berupa gunungapi bawah laut yang ditutupi oleh batu gamping berumur Miosen Awal – Tengah (Bemmelen., 1949). Magma yang membangun Pegunungan Selatan, di Provinsi Yogyakarta berafinitas Toleit-Kapur Alkalin, dan batuan gunungapinya berkomposisi basal-riolit (Hartono dan Bronto., 2008).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini mencakup penelitian lapangan dan laboratorium. Penelitian lapangan dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang sebaran, hubungan, kedudukan batuan gunungapi Formasi Gabon terhadap batuan lainnya, pengambilan sampel dan gambar singkapan yang dijumpai. Penelitian laboratorium mencakup analisa petrografi, analisa kimia mineral unsur utama serta unsur tanah jarang (REE). Analisa petrografi menggunakan mikroskop polarisasi nikon 2000 dan analisa geokimia dilakukan di Act Lab-Canada metode 4 *litho* menggunakan ICP-WRA untuk unsur utama dan ICP-WRA4B2 untuk unsur jejak dan REE. Hasil analisa unsur utama digunakan untuk mengetahui jenis batuan dan afinitas magmanya menggunakan diagram Total Alkali Silika (TAS) (Middlemost, 1994; Cox., dkk, 1979), diagram AFM (Irvine and Baragar, 1971), diagram  $\text{SiO}_2$  Vs  $\text{FeO}(t) / \text{MgO}$  (Miyashiro, 1974),  $\text{SiO}_2$  Vs  $\text{K}_2\text{O}$  (Peccerillo dan Taylor, 1976). Sedangkan data REE setelah dinormalisasi dengan MORB dan Kondrit diplot menggunakan diagram laba-laba (Pearce, 1982; Nakamura 1974).



## HASIL PENELITIAN

### Lapangan

Penelitian lapangan dilakukan untuk mendapatkan sampel conto batuan beku yang akan digunakan untuk analisa petrografi maupun kimia mineral. Sampel batuan yang didapat mencakup lokasi yang tersebar dari arah utara hingga selatan kawasan tinggian Karangbolong berupa tubuh-tubuh intrusi ataupun lava.

KR-23, pada tepi jalan di Desa Kalipoh- Kalibangkang, berupa kontak antara intrusi andesit, dengan breksi andesit serta batupasir tufaan di bagian atasnya. Andesit, berwarna abu-abugelap, porfiro afanitik dalam masa dasar feldspar. Breksi tersusun oleh fragmen andesit, ukuran 3-20 cm, meruncing dalam masa dasar pasir tufaan. Pasir tufaan berwarna abu-abu cerah, berlapis dengan kedudukan N 185 E/30 (Gambar 2). KR-6, G. Poleng, Arjosari, berupa batuan beku andesit porfiri, berwarna abu-abu cerah dengan fenokris plagioklas yang dominan dalam masa dasar feldspar, sebagian besar mengalami pelapukan menjadi tanah merah. Pada dasar sungai dijumpai bongkah jasperoid yang menandakan adanya alterasi (Gambar 2).

KR-28, *quarry* tambang di Desa Rangkah, berupa intrusi andesit dengan breksi disekitarnya. Batuan

banyak mengalami retakan berupa *sheeting joint*. Disekitar tubuh andesit, terdapat breksi dengan fragmen andesit berukuran 2-20 cm, terpilah buruk, kemas tertutup, berlapis dengan posisi N 150 E/25, mengikuti initial dip intrusi (Gambar 3).

KR-18, Desa Jintung, berupertubuh intrusi batuan beku, abu-abu gelap, porfiro afanitik, sebagian besar mengalami retakan dan mengalami pelapukan menjadi tanah merah. Fenokris tersusun oleh plagioklas dan piroksin dalam masa dasar feldspar.

KR-17, Desa Pasir, berupa tubuh intrusi andesit membentuk kekar kolom yang tidak ideal (gambar 3). Batuan beku andesit, warna abu-abu gelap, porfiro afanitik dengan fenokris piroksin dan plagioklas dalam masa dasar feldspar.

KR-33, Pantai Menganti, singkapan lava basal dengan struktur vesiculer, kekar tiang dan juga kekar berlembar (*sheeting joint*). Warna abu-abu gelap, porfiro afanitik dengan fenokris plagioklas dan piroksin dalam masa dasar yang sangat halus. Beberapa bagian menunjukkan struktur *auto breccia* dengan bentuk fragmen dan matriks sama, meruncing, berukuran 5-20 cm. Pada bagian atas dari kekar kolom membentuk struktur konsentris bersegi 5 (Gambar 4).



**Gambar 2.** Intrusi andesit di bawah breksi vulkanik KR-23 serta Jasperoid pada KR-6

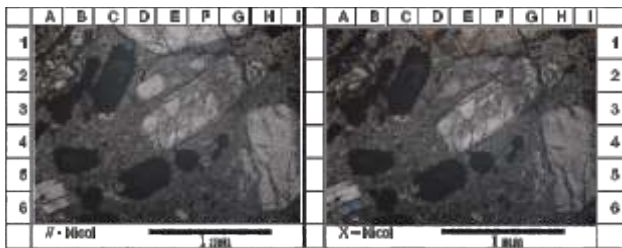


**Gambar 3.** Intrusi andesit disekitar breksi vulkanik lokasi KR-28 serta intrusi Andesit yang membentuk kekar tiang di KR-17

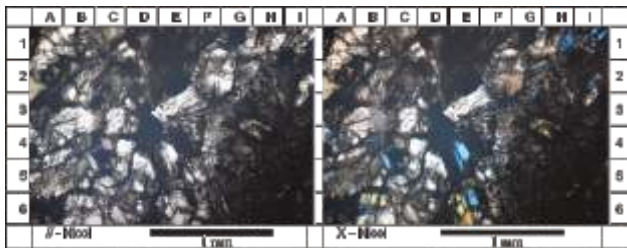


**Gambar 4.** Struktur kekar tiang pada lokasi KR-33, serta bagian atas kekar yang membentuk struktur radier poligonal bersegi 5

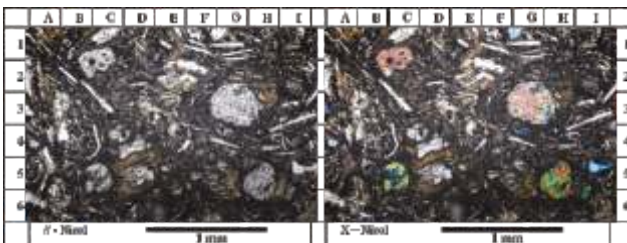
**Analisa Petrografi**



**Gambar 5.** Foto mikroskop sayatan tipis andesit horblende Lokasi KR-6



**Gambar 6.** Foto mikroskop Andesit Piroksin lokasi KR-23



**Gambar 7.** Foto mikroskop lava basal dengan struktur aliran lokasi KR-33, Menganti

**Tabel 3.** Hasil analisa Petrografi

No Conto	Nama Batuan	Diskripsi
KR-23	Andesit Piroksin	Sayatan batuan beku dengan ukuran butir 0,01 – 4 mm, hipokristalin, porfiritik. Fenokris plagioklas An-59 (45 %) piroksen (20%), biotit (15%), dan mineral opak (10%). Tertanam dalam massa dasar gelas dan mikrolit plagioklas (10 %). Terdapat xenolith andesit bertekstur porfiritik, hipokristalin, disusun oleh plagioklas, biotit, piroksen, mineral opak, dan gelas sebagai masa dasar
KR-6	Andesit Biotit	Sayatan batuan beku dengan ukuran butir 0,01 – 3,5 mm, hipokristalin, intergranular, porfiroafanitik, struktur aliran. Fenokris plagioklas An-68 (50%), biotit (15%), hornblende(10%), dan mineral opak (15%), tertanam dalam massa dasargelas (10%).
KR-28	Andesit Horblende	Sayatan batuan beku dengan ukuran butir 0,01– 4 mm, hipokristalin, porfiritik. Fenokris plagioklas An-52 (30%)hornblende(15%), biotit (10%), dan mineral opak (5%).Tertanam dalam massa dasar gelas (40 %)
KR-18	Andesit Piroksin	Sayatan batuan beku dengan ukuran butir 0,01 – 1 mm hipokristalin, porfiritik. Fenokris plagioklas An-54 (50 %) piroksen (20%), biotit (5 %), dan mineral opak (10 %). Tertanam dalam massa dasar gelas (10%). Terdapat urat dan rongga 0,3 – 4 mm yang sebagian terisi oksida besi dan kalsit (5%).
KR-17	Andesit Piroksin	Sayatan batuan beku dengan ukuran butir 0,01 – 4 mm, hipokristalin, porfiritik. Fenokris plagioklas An-49 (25%)piroksen (35 %), hornblende (20 %), dan mineral opak (10%) Tertanam dalam massa dasar gelas (10%). Terdapat xenolith andesit bertekstur porfiritik, hipokristalin, disusun oleh plagioklas, hornblende, piroksen, mineral opak, dan gelas sebagai masa dasar.
KR-33	Basalt Olivin	Sayatan batuan beku dengan ukuran butir 0,01 – 4 mm, hipokristalin, porfiritik. Fenokris plagioklas bytownite An-74 (50%), olivin (15%), piroksen (10%), dan mineral opak (15%)Tertanam dalam massa dasar gelas (10%)

**Kimia Mineral**

Unsur	Satuan	KR 23	KR 6	KR 28	KR 18	KR 17	KR 33
<b>Unsur Oksida Utama</b> (KR-18, dinormalkan dengan menjadikan LOI 0 % dan total oksida 100%)							
SiO <sub>2</sub>	%	59,64	61,08	54,08	57,64	48,88	46,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	18,49	17,1	19,96	19,30	17,21	14,37
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4,9	5,15	7,54	7,33	9,35	9,42
FeOt	%	4,41	4,63	6,78	7,44	8,41	8,48
MnO	%	0,064	0,12	0,11	0,15	0,17	0,148
MgO	%	1,19	2,1	3,16	3,55	6,86	12,23
CaO	%	6,31	6,56	8,94	7,43	11,21	10,24
Na <sub>2</sub> O	%	3,25	3,76	3,4	2,94	2,46	1,93
K <sub>2</sub> O	%	0,8	1,1	0,59	0,51	0,43	0,41
TiO <sub>2</sub>	%	0,706	0,559	0,882	0,88	0,927	0,803
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,15	0,14	0,17	0,16	0,11	0,09
LOI	%	4,85	2,93	1,84	-	2,8	3,45
<b>Total</b>		<b>100,3</b>	<b>100,6</b>	<b>100,7</b>	<b>100,0</b>	<b>100,4</b>	<b>99,25</b>
<b>Unsur Tanah Jarang (REE)</b>							
Sc	ppm	16	12	19	26	32	42
Be	ppm	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
V	ppm	166	123	227	212	290	300
Cr	ppm	70	40	< 20	400	290	620
Co	ppm	15	37	47	35	47	52
Ni	ppm	20	20	< 20	100	110	220
Cu	ppm	60	40	70	70	∅	110
Zn	ppm	70	70	90	80	80	70
Ga	ppm	18	17	20	17	17	14
Ge	ppm	1	1	1	1	1	1
As	ppm	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Rb	ppm	12	25	5	6	4	3
Sr	ppm	262	291	305	278	296	211
Y	ppm	15	15	21	16	19	14
Zr	ppm	99	103	81	77	55	36
Nb	ppm	2	2	2	2	1	< 1
Mo	ppm	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ag	ppm	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
In	ppm	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Sn	ppm	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sb	ppm	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Cs	ppm	0,6	0,8	< 0.5	1,9	< 0.5	< 0.5
Ba	ppm	145	187	92	101	83	61
La	ppm	7,8	8	5,9	5,5	4,2	3,6
Ce	ppm	18,1	17,4	14,6	13,3	10,6	8,8

Pr	ppm	2,31	2,12	2,1	1,85	1,56	1,25
Nd	ppm	10	9	9,8	8,7	7,8	6,4
Sm	ppm	2,6	2,3	3,2	2,5	2,6	2
Eu	ppm	0,92	0,8	1,08	0,89	0,91	0,75
Gd	ppm	2,8	2,6	3,9	2,9	3,2	2,5
Tb	ppm	0,5	0,4	0,7	0,5	0,6	0,4
Dy	ppm	2,8	2,7	4,1	3,2	3,6	2,7
Ho	ppm	0,6	0,6	0,8	0,6	0,7	0,6
Er	ppm	1,8	1,7	2,4	1,8	2,1	1,6
Tm	ppm	0,26	0,27	0,37	0,28	0,31	0,22
Yb	ppm	1,7	1,8	2,5	1,9	2	1,5
Lu	ppm	0,27	0,28	0,4	0,29	0,32	0,23
Hf	ppm	2,5	2,5	2,3	2	1,5	1,2
Ta	ppm	0,3	0,7	0,4	0,2	0,3	0,2
W	ppm	95	272	203	65	169	94
Tl	ppm	< 0.1	0,2	< 0.1	0,2	0,3	< 0.1
Pb	ppm	6	18	6	< 5	< 5	< 5
Bi	ppm	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4
Th	ppm	2,1	2,3	1,1	1,2	0,8	0,8
U	ppm	0,6	0,7	0,4	0,4	0,2	0,3

## PEMBAHASAN

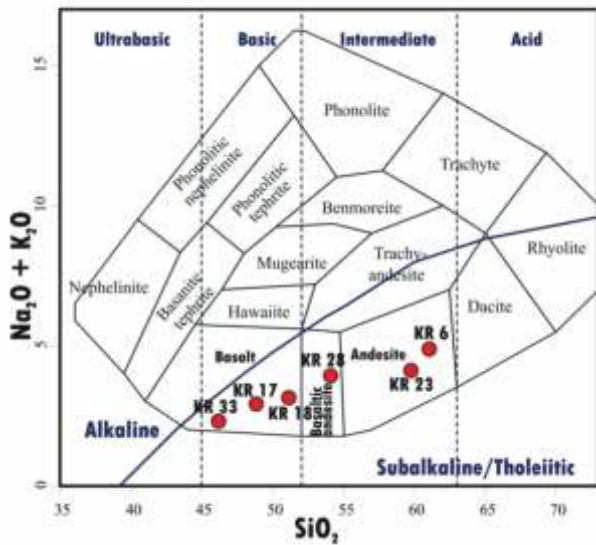
### Jenis batuan

Batuan gunungapi di Tinggian Karangbolong didominasi oleh breksi andesit dengan beberapa intrusi berupa sill dan dike serta lava. Berdasarkan *ploting* lokasi pengambilan sampel (Gambar 1) maka jika diurutkan dari utara ke selatan adalah lokasi KR-23 (Kalipoh), KR-6 (G. Poleng, Arjosari), KR-28 (Rangkah), KR-18 (Jintung), KR-17 (Pasir), KR 33 (Pantai Menganti). Secara megaskopik batuan pada lokasi KR-23 hingga KR-17 berupa tubuh intrusi andesit yang berada disekitar breksi gunungapi Formasi Gabon. Sedangkan pada lokasi paling selatan (KR-33) berupa lava. Batuan intrusi sebagian besar berupa andesit piroksin dengan komposisi plagioklas antara An-45 sampai An-59 (KR-17,18 dan 23), andesit biotit (KR-6) dan andesit horblende (KR-28) dengan Plagioklas An-52. Sedangkan lava yang ditemukan di pantai Menganti (KR-33) berupa basal olivin dengan fenokris plagioklas An-74 serta munculnya mineral

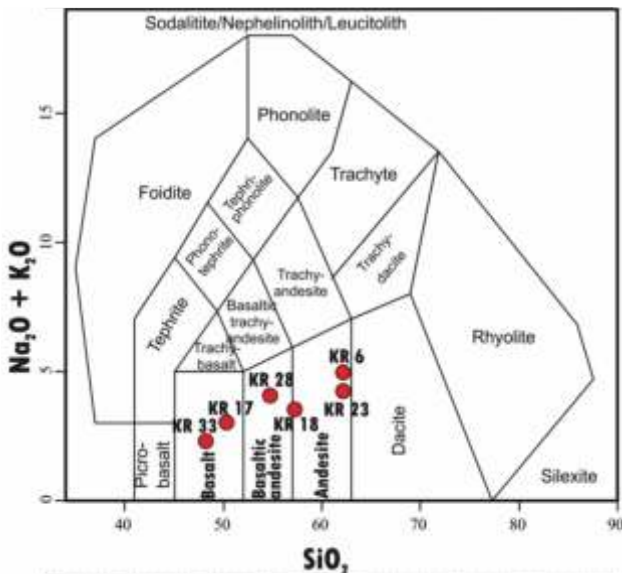
olivin yang mencapai 15%. Sebagian besar batuan beku Karangbolong termasuk andesit piroksin, hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Soeriatmaja, dkk (1994) pada rangkaian Pegunungan Selatan Jawa.

Penentuan jenis batuan juga dapat dilakukan menggunakan data unsur utama SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, serta Na<sub>2</sub>O. Diagram klasifikasi yang digunakan adalah diagram Total Alkali Silika TAS menurut Cox., dkk (1979), dan Middlemost, (1994). Berdasarkan Gambar 8, maka semua batuan afinitas magmanya adalah subalkalin/oleit dimana batuanannya berupa Andesit (KR-23, KR-6), basaltik andesit (KR-28) dan Basal (KR-18, KR-17 dan KR-33). Sedangkan berdasarkan Gambar 9, berupa batuan andesit (KR-18, KR-23 dan KR-6), basaltik andesit (KR-28) dan basal (KR-17 dan KR-33). Berdasarkan analisa petrografi maupun hasil *ploting* pada diagram TAS diketahui bahwa batuan beku daerah penelitian terdiri atas andesit, basaltik-andesit, serta basal. Menurut Wilson, (1991) batuan jenis ini dapat terbentuk pada jalur konvergen atau dalam lempeng (*intra oceanic/continental*).





Gambar 8. Plotting batuan beku Karangbolong pada diagram TAS (Cox., dkk, 1979).



Gambar 9. Plotting batuan beku Karangbolong pada diagram TAS (Middlemost, 1994)

**Analisa Unsur Utama**

Berdasarkan hasil analisa unsur utama (Tabel 4), diketahui bahwa batuan beku Karangbolong memiliki kandungan Silika berkisar antara 46,17–61,08 %. Nilai LOI (*Lost on Ignition*) untuk mayoritas sampel terbilang rendah (1,84 - 4,85%) sehingga dapat dikatakan bahwa contoh batuan yang di analisa segar dan tidak mengalami

alterasi kecuali contoh KR-18, sehingga dilakukan normalisasi agar kandungan LOI 0% dan total unsur utama 100 %.

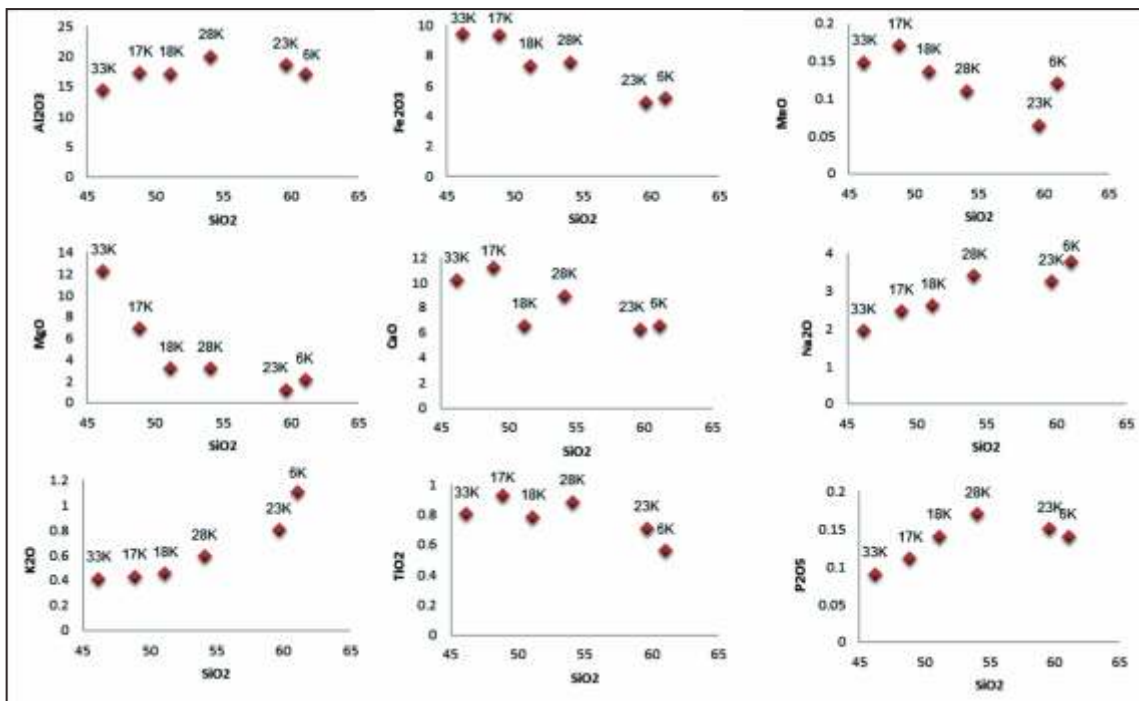
Berdasarkan kandungan SiO<sub>2</sub> maka batuan paling asam adalah andesit biotit pada lokasi KR-6 (G.Poleng) sedangkan batuan paling basa adalah basalt olivin lokasi KR-33 (Pantai Menganti).

Gambaran kandungan oksida utama dapat juga dilihat pada diagram variasi Harker (1909) pada Gambar 10. Berdasarkan diagram Harker (1909) terlihat adanya korelasi antara lokasi intrusi dengan tingkat keasaman batuan (kandungan SiO<sub>2</sub>), semakin ke arah utara batuan bersifat lebih asam, demikian juga kandungan Na<sub>2</sub>O dan K<sub>2</sub>O semakin tinggi kecuali anomali didapatkan pada lokasi KR-6 (G.Poleng) dimana batuannya berupa andesit biotit. Hal ini berlawanan dengan kandungan MgO dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang semakin meningkat untuk posisi batuan ke arah selatan. Kandungan oksida Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O dan SiO<sub>2</sub> mencerminkan tingkat keasaman batuan sedangkan kandungan MgO dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mencerminkan tingkat kebasaan batuan.

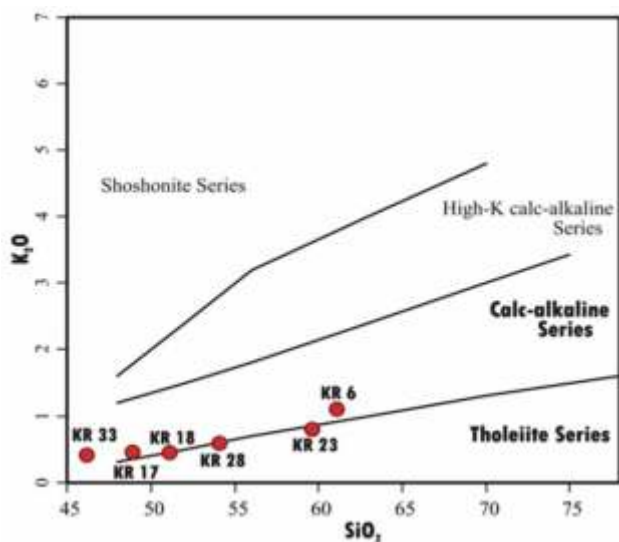
Afinitas magma batuan beku Karangbolong ditentukan dengan mengplot data unsur utama pada beberapa diagram klasifikasi. Berdasarkan diagram Peccerillo dan Taylor(1976) SiO<sub>2</sub>vs K<sub>2</sub>O (Gambar 11), diketahui bahwa batuan beku Karangbolong memiliki afinitas magma seri kalk-alkalin dan *tholeit*. Klasifikasi lain yang digunakan adalah klasifikasi Miyashiro (1974) yang menggunakan unsur SiO<sub>2</sub>, FeO (t) serta MgO sebagai dasar klasifikasinya (Gambar 12). Berdasarkan tiga parameter tersebut, empat sampel berada pada area Toleit dan dua sampel pada area kalk-alkalin (lokasi KR 6 dan KR 18). Berdasarkan diagram AFM (Gambar 13) dari Irvine dan Baragar (1971) terlihat dua sampel berada pada area *Tholeit* sedangkan lainnya berada pada area kalk -alkalin.

Berdasarkan tiga klasifikasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa batuan beku yang ditemukan di daerah penelitian memiliki afinitas magma kalk-alkalin dan *toleit*. Wilson, (1991) menyatakan bahwa afinitas magma tersebut dapat terbentuk pada busur kepulauan (*island arc*) atau pada batas lempeng benua aktif (*active continental margin*). Sedangkan menurut Best, (1982) afinitas magma kalk-alkalin dan sedikit *Tholeit* dapat terbentuk pada zone subduksi.

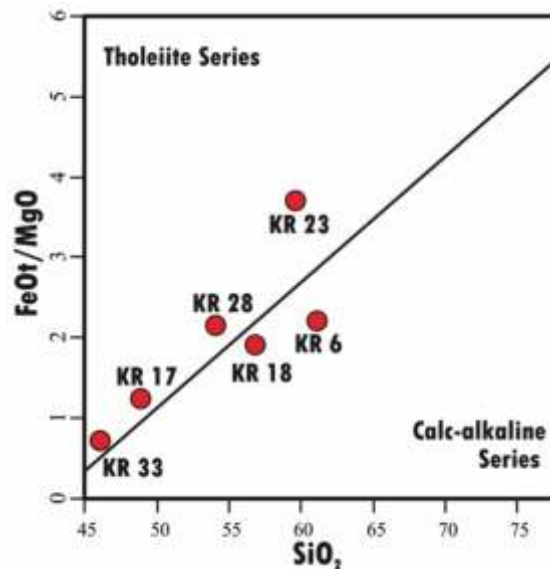




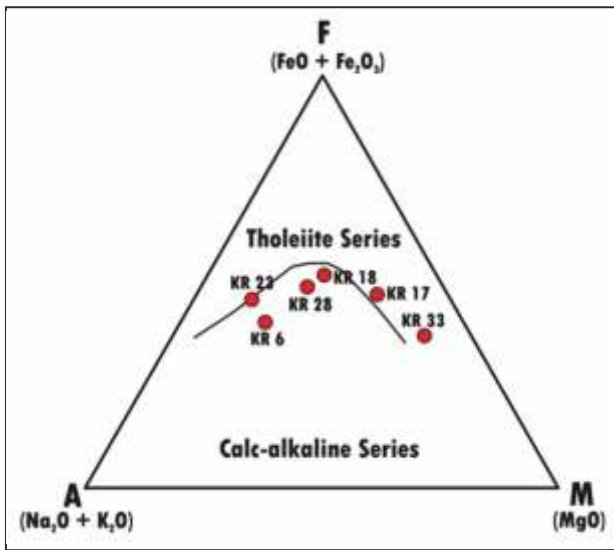
Gambar 10. Diagram variasi Harker yang menggambarkan distribusi unsur oksida utama batuan beku Karangbolong



Gambar 11. Plotting batuan beku Karangbolong dalam diagram SiO<sub>2</sub> VS K<sub>2</sub>O (Peccerillo dan Taylor, 1976)



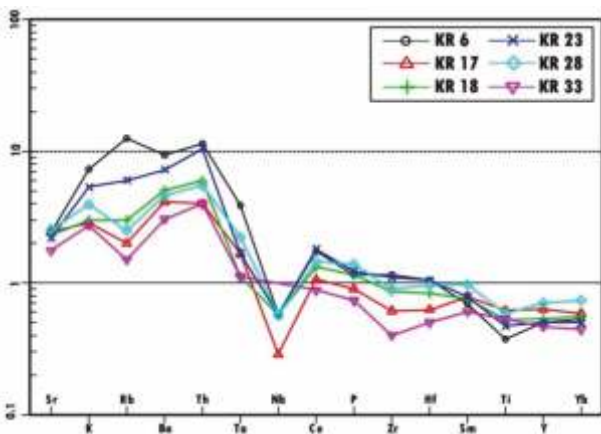
Gambar12. Plotting batuan beku Karangbolong dalam diagram SiO<sub>2</sub> Vs FeO(t) /MgO (Miyashiro, 1974)



Gambar 13. Plotting batuan beku Karangbolong dalam diagram AFM (Irvine dan Baragar., 1971)

### Unsur Jejak (*Trace Element*)

Hasil analisa unsur jejak batuan beku Karangbolong disajikan dalam diagram laba-laba setelah dinormalisasi terhadap MORB (Pearce, 1982). Dalam diagram tersebut, terlihat pola tonjolan (*spike*) pada unsur Sr, K, Rb, Ba, dan Th yang menunjukkan adanya pengkayaan unsur tersebut pada batuan dibandingkan unsur Ta sampai Yb. Unsur Sr, K, Rb dan Ba merupakan *low ionic potential incompatible elements* yang mudah terbawa fluida encer (Loughnan, 1969, dalam Pearce, 1982).



Gambar 14. Diagram laba-laba REE batuan beku Karangbolong yang telah dinormalisasi terhadap MORB (Pearce, 1982)

Terjadinya pengkayaan unsur tersebut seperti pada batuan beku Karangbolong menurut beberapa penulis (Best, 1975, Saunders and Tarney., 1979 dalam Pearce, 1982) adalah dikarenakan pengaruh penambahan fluida pada mantel yang berasal dari kerak samudra saat terjadi subduksi lempeng. Fluida tersebut mengandung unsur-unsur alkali, unsur yang termasuk *low ionic potential incompatible elements* akan berpindah ke kerak samudera bagian atas, sedangkan yang termasuk *high ionic potential incompatible elements* akan tertinggal pada litosfer yang tersubduksi (Pearce, 1982). Berbeda dengan unsur lainnya, unsur Th dapat bersifat menjadi *mobile element* atau *immobile element* tergantung pada tekanan, temperatur, dan komposisi fluida (Wood dkk., 1979 dalam Pearce, 1982).

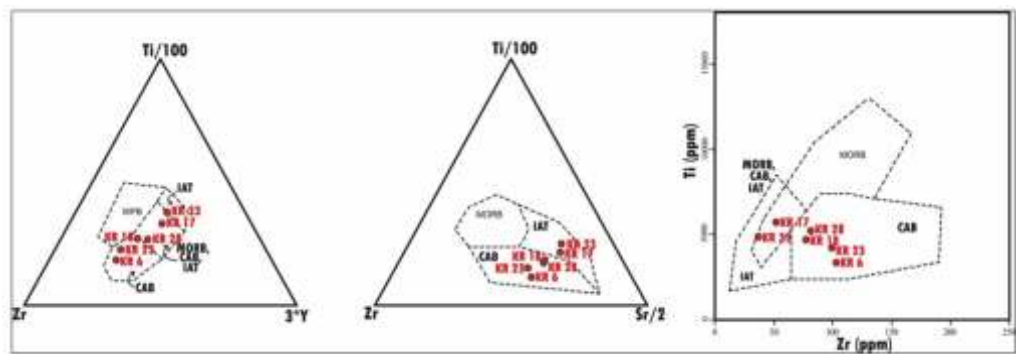
Unsur jejak juga digunakan untuk menentukan posisi tektonik pembentukan batuan beku Karangbolong dengan menggunakan klasifikasi Pearce dan Cann (1973) berdasarkan perbandingan unsur Ti, Zr dan Y. Hasil plotting menunjukkan empat sampel (KR-6, KR-23, KR-18 dan KR-28) berada pada area CAB (Calk – Alkaline Basalt) dan dua sampel (KR-17 dan KR-33) pada area IAT (*Island Arc Tholeiite*) (Gambar 15). Karakteristik afinitas magma seperti ini menurut Wilson, (1991) terbentuk pada *zone konvergen*, atau *zone subduksi* menurut Best (1982). Lava pada lokasi KR-33 yang termasuk IAT juga sesuai dengan hasil penelitian lava pada Rangkaian Pegunungan Selatan Jawa di Pacitan (Soeriatmaja dkk.; 1994).

### Unsur Tanah Langka (*Rare Earth Element*)

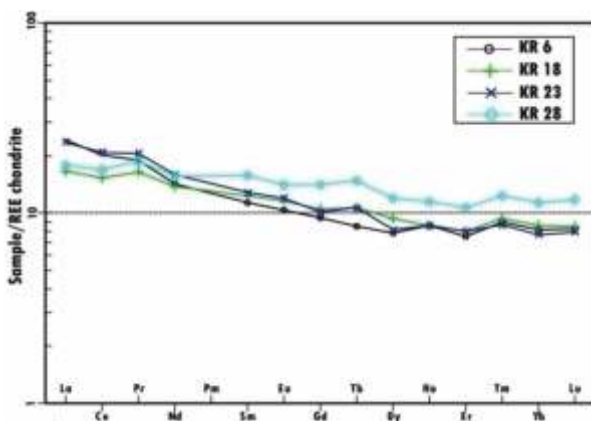
Unsur tanah langka batuan beku Karangbolong disajikan dalam diagram laba-laba setelah di normalisasi terhadap kondrit (Nakamura, 1974), Gambar 16.

Berdasarkan diagram laba-laba terlihat dua pola yang berbeda pada diagram laba-laba (Gambar 16 dan 17). Pola pertama memperlihatkan adanya pengkayaan unsur-unsur Light REE (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm dan Eu) pada sampel KR 6, KR 18, KR 23, serta KR 28 dimana unsur La mengalami pengkayaan 20 – 30 kali dari kondrit (Gambar 16). Pola yang memperlihatkan pengkayaan LREE merupakan pola dari calk-alkaline basalt (Wilson, 1989).

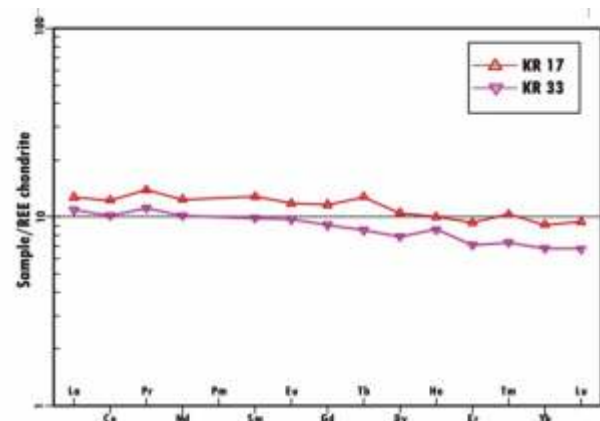
Sedangkan pola kedua memperlihatkan pengkayaan LREE yang lebih rendah pada sampel KR 17 dan KR 33, dimana unsur La mengalami pengkayaan kurang dari 5 kali dari kondrit (Gambar 17), pola ini diindikasikan merupakan pola dari island arc tholeiite (IAT).



Gambar 15. Plotting Trace Element pada diagram Basalt Tectonic Discrimination (Pearce&Cann,1973)



Gambar 16. Diagram laba-laba REE batuan beku Karangbolong setelah dinormalisasi dengan Kondrit (Nakamura, 1974)



Gambar 17. Diagram laba-laba REE batuan beku Karangbolong berafinitas Tholeit setelah dinormalisasi menggunakan Kondrit (Nakamura, 1974)

## KESIMPULAN

Batuan intrusi pada Tinggian Karangbolong sebagian besar berupa andesit piroksin dan basaltik andesit sedangkan lavanya merupakan basal olivin. Terdapat korelasi antara lokasi batuan dengan tingkat keasaman, semakin ke arah utara batuan bersifat lebih asam yang tercermin dari meningkatnya kandungan  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$ . Sedangkan kandungan  $\text{MgO}$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang mencerminkan tingkat kebasahan batuan semakin meningkat ke arah selatan mendekati pantai. Afinitas batuan intrusi di bagian utara sebagian besar

## ACUAN

Alzwar, M., Samodra, H., dan Tarigan, J.J., 1988; Pengantar Dasar Ilmu Gunungapi, Nova, Bandung, 226h

Ansori C., Puswanto E., 2011; *Mining Profile at South Gombong Karst Area Proceeding of International Conference and Field Seminar, Asian Trans-Disciplinary Karst Conference*; (Yogyakarta) Polydoor & Faculty of Geography UGM; ISBN :978-602-8487-17-7

Ansori C., 2017; Geosite identification in Karangbolong High to support the development of Karangsambung-Karangbolong Geopark, Global Colloquium on Geo Sciences and Engineering, IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 118(2018) 012014

- Asikin,S., Harsolumakso A.H., Busono H., Gafoer S., 1992;*Peta Geologi Lembar Banyumas*, P3G (Bandung)
- Best, G., 1982;*Igneous and Metamorphic Petrology*; Freeman and Company, San Fransisco, USA, 629 pp
- Bemmelen R. W. Van, 1949; *Geology of Indonesia*, Vol 1. a.. Martinus Nijhoff, the Hague, Netherlands.
- Cox, K.G. , Bell J. D. & R. J. Pankhurst. 1979; *The interpretation of igneous rocks*. London: Allen and unwin.
- Fadhlin.,Shaban.G., Wildan,N.H., 2018; Magmatisme Tholeitic pada Active Continental Margin di Serayu Bagian Utara dan Selatan Banyumas, Jawa Tengah. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral (JGSM)*, Vol 19, No 1, 2018, hal 15-30.
- Gaol K.L., Sudradjat Y, Wardhana D; 2004; Citra Kerapatan Batuan Bawah Tanah Daerah Karst Gombang dan Hubungannya Dengan Potensi Air Tanah, *Jurnal Geofisika 2004*, No. 2, hal 7-13
- Gill, J.B., 1981; *Orogenic Andesites and Plate Tectonics*, Springer – Verlag, 390h.
- Harker, A. 1909; *The natural history of igneous rocks*. New York: Macmillan. 384 h. ,
- Hartono G.H., Bronto,S.,2008; Magmatisme dan Stratigrafi Gunung Api Pegunungan Selatan, Daerah Istimewa Yogyakarta; STTNAS, 18-19 July 2008 in Yogyakarta
- Irvine, T. N. & W.R. A. Baragar. 1971; A guide to the chemical classification of the common rocks. *Canada Journal of Earth Science*. Vol.8, p 523 – 548
- Macdonald,A.G.,1972; *Volcanoes*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey,510h
- Middlemost E.A.K.1994; *Naming materials in the magma/igneous rock system*. Earth Sci Rev 37, p 215–224.
- Miyashiro, A., 1974; Volcanic rock series in island arcs and active continental margin. *American Journal of Science*. Vol.274, p 321 – 355
- Nakamura, N., 1974; Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na ang K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochim. Cosmochim. Acta*. Vol. 38, p 757 -775.
- Peccerillo, R. dan Taylor, S. R., 1976; Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*. Vol. 58, p 63 81
- Pearce, J. A. & J. R. Cann. 1973; *Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis*. Earth Planet. Sci. Lett. Vol 19, p 290 – 300
- Pearce, J. A. 1982; *Trace element characterictics of lavas from destructive palte boundaries*. In *Andesites: Orogenic andesites and related rocks*, R. S. Thorpe (ed.), p 525 – 548. Chicester: Wiley
- Satyana, A.H., 2009; Disappearance of the Java's Southern Mountains in Kebumen and Lumajang Depressions :Tectonic Collapses and Indentations by Java's Transverse Major Fault Zones; International Conference Earth Science and Technology, Yogyakarta
- Simkin, T., Siebert, L., McClelland, L., Bridge, D., Newhall, C., Latter, J.H., 1981; *Volcanoes of the World: A Regional Directory, Gazetteer, and Chronology of Volcanism During the Last 10,000 Years*. Stroudsburg, Penn: Hutchinson Ross, 240h
- Soeriatmadja R., Maury R.C., Bellon H., Pringgoprawiro H., Polve M. and Priadi B., 1994; Tertiary magmatic belts in Java. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 9, 13-27
- Sujanto, F. X., Siwindono, T., Sahudi, K., and Purnomo, E., 1994; Pandangan baru tektonik Neogen daerah sekitar Java axial ridge Banyumas- Kebumen, *Kumpulan Makalah Seminar Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa sejak Akhir Mesozoik hingga Kuartar*, Geology Department University of Gadjah Mada, Yogyakarta, p. 27 – 52
- Tobing, S.M., 2003; Inventarisasi Bitumen Padat dengan Out Crop Drilling di Daerah Ayah Kebumen, Jawa Tengah; *Proceeding Kolokium Hasil Kegiatan Inventarisasi Sumberdaya Mineral*, Direktorat Inventarisasi Sumberdaya Mineral, Bandung
- Wilson, M., 1991; *Igneous Petrogenesis, A Global Tectonic Approach*, Harper Collins Academic, 2 nd published, London, England, 466 pp