

## **KAJIAN EVOLUSI GEOKIMIA DAN KAITANNYA DENGAN TINGKAT BAHAYA GUNUNG API MURIA TERHADAP TAPAK PLTN MURIA**

**Basuki Wibowo, June Mellawati, Heni Susiati**

Pusat Pengembangan Energi Nuklir (PPEN) BATAN

Jl. Kuningan Barat, Mampang Prapatan, Jakarta Selatan 12710

Telp./Faks. (021) 5204243, E-mail: [basuki\\_wibowo@yahoo.com](mailto:basuki_wibowo@yahoo.com)

Masuk: 22 Maret 2011

Direvisi: 19 Mei 2011

Diterima: 14 Juni 2011

### **ABSTRAK**

**KAJIAN EVOLUSI GEOKIMIA DAN KAITANNYA DENGAN TINGKAT BAHAYA GUNUNG API MURIA TERHADAP TAPAK PLTN MURIA.** Telah dilakukan kajian aspek evolusi geokimia pada siklus Gunung Muria untuk memprediksi tingkat bahaya gunung api yang ditimbulkan di masa yang akan datang pada tapak PLTN Muria. Tujuan kajian adalah untuk mengetahui kondisi geokimia Muria, pola tektonik dan memprediksi tingkat bahaya gunung api di masa mendatang pada tapak PLTN Muria. Metodologi yang digunakan adalah pengumpulan data sekunder kondisi geokimia pada kompleks gunung api Muria selama masa aktif, melakukan korelasi siklus geokimia yang dilaluinya terhadap kondisi tektonik yang paling mungkin dialami, dan interpretasi tingkat bahaya gunung api yang ditimbulkan. Hasil kajian menunjukkan bahwa kondisi geokimia di komplek Gunung Muria tersusun atas potasium berkadar rendah yang diperkirakan dominan produk lelehan magma bertemperatur tinggi (dekompresi) dan potasium berkadar tinggi (kompresi). Pola tektonik dekompresi terkait dengan kondisi geokimia potasium rendah pada Muria tua, sedangkan pola tektonik kompresi terkait dengan kondisi geokimia potasium tinggi pada Muria muda. Tingkat bahaya gunung api di masa mendatang diindikasikan oleh sifat non kapabel dari Gunung Muria.

**Kata kunci:** aspek geokimia, bahaya gunung api, PLTN, non kapabel

### **ABSTRACT**

**ASSESSMENT OF MURIA GEOCHEMISTRY EVOLUTION AND RELATED TO VOLCANIC HAZARD TO NPP SITE AT MURIA.** Study of geochemistry evolution aspect in Mt. Muria cycle to predict the level of volcanic hazards posed in the future on Muria nuclear power plant site was conducted. The purpose of the study was to determine the Muria geochemistry condition, tectonic patterns and to predict the level of volcanic hazard in the future on Muria nuclear power plant sites. The methodology used is the collection of secondary data on the complex geochemical conditions Muria volcanic in their life cycle, perform correlation geochemical cycle in its path towards conditions that most likely experienced tectonic, volcanic, and interpretation of the hazard posed. The study shows that geochemical conditions in Muria Volcano complex composed of potassium, low-yield product predicted high-temperature molten magma (decompression) and high potassium levels (compression). Pattern of tectonic decompression geochemical conditions associated with low potassium in Muria old, while the pattern of tectonic compression geochemical conditions associated with high potassium in young Muria. The level of volcanic hazard in the future indicated by the nature of non capable of Mt. Muria.

**Keywords:** aspects of geochemistry, volcanic hazards, non capable

## 1. PENDAHULUAN

Pemilihan tapak suatu fasilitas penting, seperti PLTN di Muria memerlukan lokasi dengan tingkat risiko bahaya geologi yang sangat rendah, khususnya pada aspek vulkanologi dimana keberadaan kompleks gunung api Muria berkisar pada jarak sekitar 25 km dari tapak Ujung Lemahabang (ULA) tersebut. Dengan mengetahui kondisi sejarah geokimia gunung Muria tersebut akan diperoleh gambaran tentang siklus magmatisme beserta siklus tektonik yang menyertainya dan dapat dilakukan estimasi bahaya letusan gunung api di masa yang akan datang.

Newjec (1996) dan NTT (2000) telah melakukan pengumpulan data geokimia yang komprehensif, baik pada data sekundernya maupun yang menyangkut data primernya. Secara regional gunung api Muria mempunyai dua siklus geokimia, yaitu siklus potasik rendah dan siklus potasik tinggi<sup>[1, 2]</sup>. Pada tulisan ini akan dibahas kondisi geokimia Muria serta pola tektonik yang menyertainya dan melakukan prediksi tingkat bahaya gunung api di masa yang akan datang terhadap tapak PLTN Muria khususnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

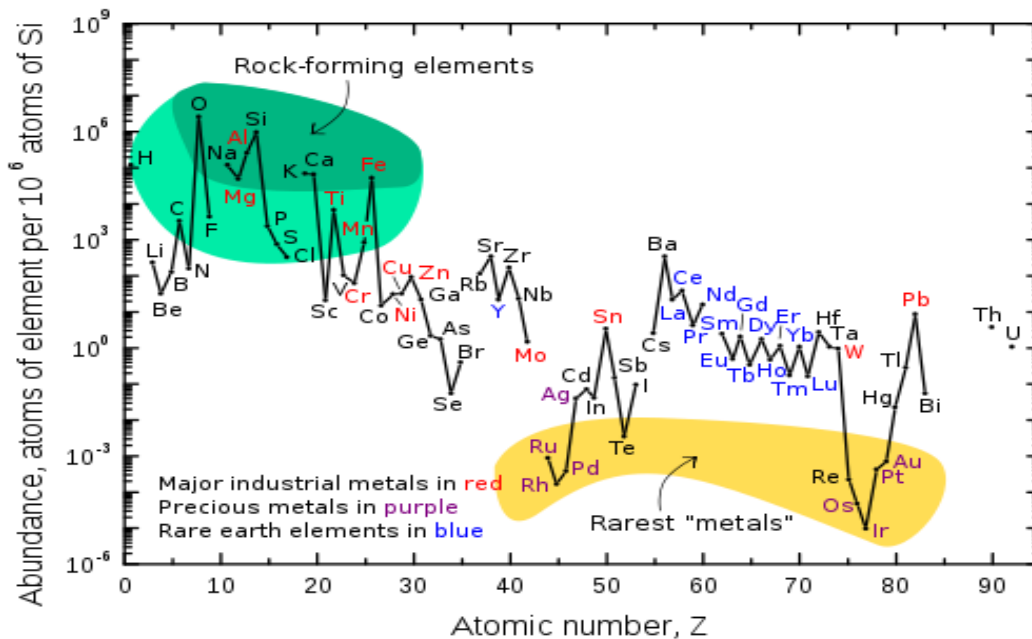
Kondisi geokimia magmatik gunung api sangat bergantung pada siklus kendali tektonik yang menyertainya. Pada umumnya, di Asia Selatan dan Indonesia khususnya, pada periode Cenozoic, sistem magmatik subduksi mulai muncul dekat dengan kerak tipis dan tebal setelah terjadinya tumbukan lempeng. Berdasarkan hal tersebut, maka tatanan tektonik terkait dengan busur kegunungapian dapat dibedakan dalam tiga kategori, yaitu: (a) tatanan tektonik normal (kompresi) dimana kegunungapian terjadi berasosiasi dengan slab subduksi; (b) tatanan tektonik dimana terjadi proses subduksi tetapi tidak terjadi proses kegunungapian; (c) tatanan tektonik dimana terjadi proses kegunungapian yang tidak berasosiasi dengan proses subduksi (tektonik dekompresi). Oleh karena itu pada semua kasus, tatanan tektonik tersebut harus dipertimbangkan dalam mengkaji sejarah proses subduksi tersebut. Berdasarkan hal tersebut untuk mengetahui proses dinamik zona subduksi harus mempertimbangkan adanya siklus kondisi geokimia kegunung apiannya.

Konsep genesis magma busur pulau dapat dijelaskan berdasarkan evaluasi tektonik, dan petrologi. Pada zona subduksi normal, lempeng litosfera tenggelam dalam mantel bumi dengan sudut yang konstan. Kondisi lempeng subduksi (lempeng oseanik) lebih dingin dari pada lapisan astenosfera, sehingga efek dari subduksi tersebut akan mengubah temperatur astenosfera mendekati temperatur subduksi sehingga akan terjadi mekanisme aliran air kerak subduksi ke dalam lapisan mantel bumi.

Air memainkan peranan penting dalam petrogenesis busur pulau kegunungapian. Sebagai tambahan, subduksi akan mengakibatkan terjadinya mekanisme pengkayaan sedimen pada lapisan mantel yang akan sangat berpengaruh pada proses genesis magma. Proses tersebut dapat dijelaskan melalui keberadaan isotop Sr, Pb dan Oksigen pada busur pulau tersebut.

Ada tiga jenis sumber bahan dalam pembentukan magma, yaitu: (a) sumber magma basaltik dari mantel peridotite melalui proses *hot spot*, (b) subduksi kerak oseanik yang akan menghasilkan magma dengan kandungan SiO<sub>2</sub> skala menengah, dan (c) fusi parsial dari kerak kontinental yang akan memproduksi magma granite, dan riolites<sup>[2]</sup>. Magma busur pulau berasal dari subduksi litosfera oseanik atau pada kerak di bawah gunung api tersebut. Pada kenyataannya beberapa sumber magma berasal dari kombinasi bahan pembentukan magma. Sumber magma dominan pada busur kegunungapian Kuartar di Indonesia adalah *calc alkaline*. Walaupun begitu, ada variasi komposisi pada busur depan maupun belakang gunung api di Indonesia. Berdasarkan nilai variasi K<sub>2</sub>O dan SiO<sub>2</sub>, sumber magma tersebut dapat dikategorikan sebagai a) *Tholeiitic*, b) *Calc-alkaline*, c) *High-K*

calcalcaline, d) Shoshonitic dan e) Leucititic [3]. Klasifikasi geokimia tersebut digunakan untuk melihat kesamaan antara batuan gunung api di Indonesia pada umumnya, dan Gunung Muria khususnya. Unsur-unsur geokimia kegunungapian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Unsur Geokimia Gunung Api

Terkait dengan aspek sejarah tektonik gunung api Muria berdasarkan data geologi sekunder, menunjukkan bahwa Semenanjung Muria telah mengalami minimal dua rejim tektonik, yaitu peregangan (dekompresi) dan tektonik tekanan (kompresi). Keberadaan gunung api Muria saat ini menunjukkan pernah terjadi interaksi yang kompleks antara rejim tekanan dan keberadaan struktur regangan di daerah ini.

Proses tektonik tekanan ini diperkirakan mengakibatkan batuan dasar berumur lebih tua mengalami pemampatan yang memungkinkan keluarnya magma melalui bidang sesar yang teraktifkan kembali dan membentuk Komplek Gunung api Muria<sup>[2,3]</sup>. Berdasarkan sejarah tektonik yang berlangsung di daerah Muria berupa tetonik peregangan (Paleogen) dan tektonik inversi berupa tektonik tekanan (Neogen Akhir), maka batuan gunung api berkadar potasium rendah boleh jadi berasal dari kegiatan ekstrusi pelelehan melalui bidang sesar (Paleogen) yang teraktifkan kembali. Sebaliknya batuan gunung api berkadar potasium rendah boleh jadi berasal dari kegiatan intrusi pada fase tektonik tekanan (Plistosen).

Berdasarkan kurva SiO<sub>2</sub> batuan gunung api vs usia historikal menunjukkan bahwa produk erupsi terakhir berasal dari diferensiasi kumpulan magma sebelumnya, sehingga dapat ditafsirkan bahwa aktifitas erupsi Kompleks Gunung api Muria hanya berasal dari magma yang mendingin dari kumpulan magma terakhir<sup>[4]</sup>.

### 3. METODOLOGI

Pada kajian ini dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut: (a) Pengumpulan data geokimia sekunder, yang meliputi elemen mayor (unsur utama) seperti SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO\*, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, dan K<sub>2</sub>O; dan elemen penjejaknya (*trace element*) (b) Pembuatan kurva elemen mayor magma, seperti K<sub>2</sub>O versus SiO<sub>2</sub>, dan kurva elemen penjejaknya (*trace element*), seperti diagram rasio Zr/Nb versus <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr, diagram umur versus konsentrasi SiO<sub>2</sub>, (c) Pengumpulan data sekunder kondisi tektonik Gunung Muria, (d) Analisis geokimia dan

korelasinya dengan kondisi tektonik yang paling mungkin terjadi pada saat itu, serta melakukan analisis tingkat bahaya (letusan) kegunung apian berdasarkan kondisi geokimianya pada saat ini

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Hasil

Data sekunder elemen mayor geokimia G. Muria dan G. Genuk untuk Potassium tinggi dan rendah dari Newjec (1996) dan NTT (2000) ditunjukkan pada Tabel 1 s/d 3.

Pada Tabel 1 diperlihatkan data geokimia Muria *wet series*, Tabel 2 *dry series*, dan Tabel 3 *wet series* dan *dry series* Gunung.

**Tabel 1. Geokimia Muria Wet Series<sup>[1,2]</sup>**

Sampel	R2	R4	R5	B1	BR	BB	M4P11	G3/A	M4P13	M3.02/A	M2A	M1/A
Seri	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK
Klasifikasi	T	TB	TB	T	T	T	T	T	T	P	TB	TB
SiO <sub>2</sub>	49,52	48,14	47,68	54,24	53,31	47,59	54,62	50,08	53,05	56,53	48,79	50,17
TiO <sub>2</sub>	0,82	0,96	0,93	0,73	0,67	1,11	0,47	0,77	0,78	0,39	1,04	0,87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,84	17,09	14,31	18,64	17,57	17,67	19,67	18,75	17,54	22,08	17,85	17,99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,81	2,13	2,31	1,64	1,63	2,29	1,28	1,76	1,62	0,83	2,07	1,97
FeO	6,04	7,11	7,68	5,47	5,44	7,63	4,37	5,87	5,41	2,78	6,91	6,58
MnO	0,18	0,19	0,17	0,18	0,12	0,14	0,21	0,19	0,10	0,13	0,17	0,18
MgO	3,95	4,54	5,94	2,47	2,77	3,44	1,55	3,1	3,08	0,36	4,68	4,18
CaO	9,19	10,53	12,38	7,07	8,05	10,72	7,24	8,29	7,42	2,53	9,8	9,64
Na <sub>2</sub> O	3,45	3,1	1,69	3,8	3,78	3,14	4,76	3,92	4,09	5,64	3,38	3,76
K <sub>2</sub> O	6,73	5,38	5,97	5,39	4,81	4,74	5,01	6,89	5,44	8,71	4,77	4,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,65	1,05	1,18	0,54	0,39	0,69	0,34	0,54	0,85	0,09	0,74	0,65
Rubidium (Rb)					267,00	767,00	92,00		180,00			
Strontium (Sr)					1470,00	2350,00	480,00		1410,00			
Barium (Ba)					6462,00	162,00	4000,00		62,00			
Nickel (Ni)					36,00	33,00	15,00		29,00			
Quartz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Orthoclase	27,41	28,73	15,63	31,85	28,43	28,01	29,61	32,78	32,15	51,49	28,16	24,82
Albite	0,00	0,00	0,00	22,83	21,42	0,99	23,49	0,00	19,03	13,56	4,46	11,82
Anorthite	13,32	16,80	13,84	17,88	16,77	20,12	17,50	13,23	13,44	9,21	19,46	19,81
Leucite	9,70	2,42	15,39	0,00	0,00	0,00	0,00	6,22	0,00	0,00	0,00	0,00
Nepheline	15,81	14,22	7,75	5,05	5,72	13,86	9,10	17,97	8,44	18,49	13,07	10,98
Corundum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diopside	23,11	23,54	32,64	11,43	17,13	23,79	13,64	20,20	14,74	2,36	19,99	19,63
Hypersthene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivine	5,14	7,16	7,13	6,11	4,53	5,36	2,65	4,50	5,79	2,81	8,37	7,41
Magnetite	2,62	3,09	3,35	2,38	2,36	3,32	1,86	2,55	2,35	1,20	3,00	2,86
Ilmenite	1,56	1,82	1,77	1,39	1,27	2,11	0,89	1,47	1,48	0,75	1,97	1,65
Apatite	1,50	2,44	2,74	1,24	0,90	1,60	0,79	1,26	1,97	0,22	1,71	1,50

T= Tephrite TB= Trachybasanite TP= Trachyphonolite B= Basanite P= Phonolite  
 TBS= Trachybasalt TA= Trachyandesite TC= Trachyte

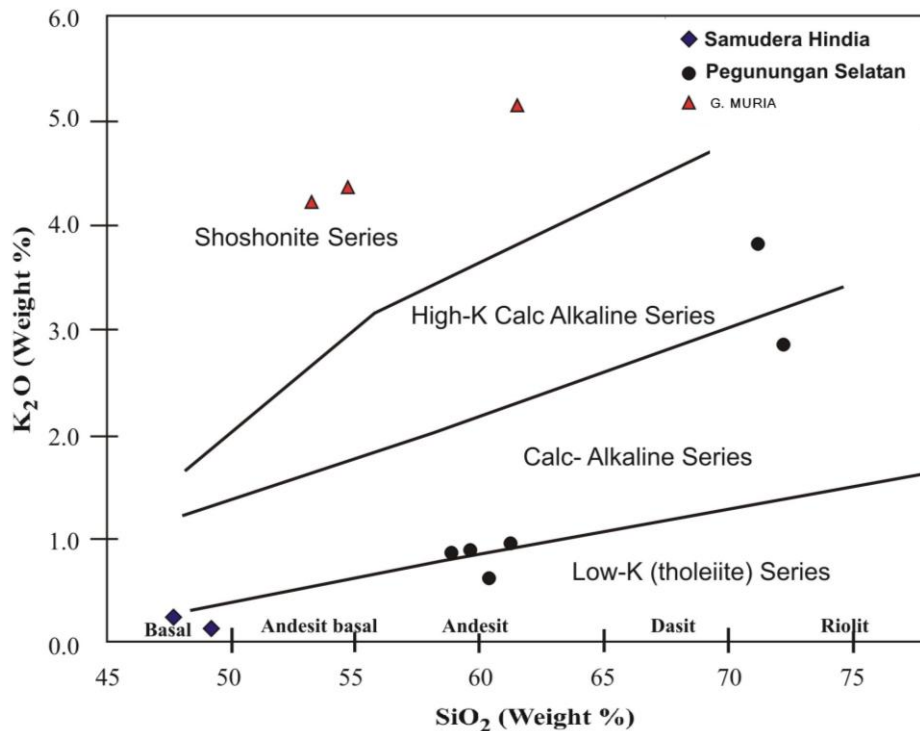
**Tabel 2. Geokimia Muria Dry Series<sup>[1,2]</sup>**

Sampel	MPP12	M3P11	M3K1	M2P13	MS-2C	M5-3A	M5-2	ML-3F	ML2	ML-2X	Timuli-A	PA/A
Seri	HK	HK	K	K	K	K	HK	K	HK	HK	HK	HK
Klasifikasi	TBS	TA	TBS	TA	TA	TA	TA	TA	TA	TA	TC	TBS
SiO <sub>2</sub>	49,99	52,73	54,82	58,99	54,22	56,57	56,02	54,58	54,77	52,67	62,93	50,83
TiO <sub>2</sub>	0,7	0,76	0,8	0,47	0,6	0,7	0,7	0,39	0,58	0,37	0,12	1,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,63	20,49	16,04	18,76	17,19	18,35	17,64	20,21	18,83	19,44	19,74	17,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,06	1,49	1,78	1,39	1,07	1,58	1,55	1,53	1,48	1,63	0,61	2,23
FeO	6,86	4,95	5,94	4,64	3,58	5,26	5,16	5,11	4,95	5,46	2,04	7,43
MnO	0,24	0,12	0,16	0,21	0,15	0,17	0,17	0,24	0,68	0,21	0,17	0,21
MgO	4,88	2,36	5,07	1,85	2,28	1,97	2,08	2,13	1,69	2,49	2,04	4,67
CaO	10,8	7,84	7,5	6,6	5,83	6,3	7,01	7,47	8,05	8,15	6,13	10,57
Na <sub>2</sub> O	2,36	3,34	2,48	2,44	3,84	3,81	3,83	3,43	4,09	3,62	6,02	3,17
K <sub>2</sub> O	3,87	4,98	4,86	3,79	3,47	4,94	5,44	3,93	4,33	4,95	0,02	2,21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,85	0,37	0,73	0,35	0,34	0,5	0,54	0,41	0,37	0,4	0	0,58
Rubidium (Rb)	225,00	1416,00		279,00				169	196	168	0	0
Strontium (Sr)	580,00	1609,00		500,00				670	520	340	0	0
Barium (Ba)	0,00	134,00		7077,00				3692	4000	2769	0	0
Nickel (Ni)	28,0	29,00		12,00				18	11	13		
Quartz	0,00	0,00	0,00	11,50	2,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Orthoclase	22,90	29,43	28,72	22,57	20,51	29,21	32,15	23,21	25,58	29,27	35,57	12,47
Albite	14,29	20,14	20,99	20,68	32,49	32,25	27,97	29,06	27,98	18,05	50,01	26,21
Anorthite	23,33	26,21	18,28	29,04	19,42	16,37	14,88	28,12	20,24	22,18	8,56	26,42
Leucite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nepheline	3,08	4,40	0,00	0,00	0,00	0,00	2,41	0,00	3,57	6,82	1,02	0,35
Corundum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diopside	20,33	8,54	11,56	1,19	6,00	8,05	13,71	5,24	14,60	13,09	1,27	1871
Hypersthene	0,00	0,00	13,36	10,98	7,70	4,92	0,00	7,82	0,00	0,00	0,00	0
Olivine	9,04	6,25	1,48	0,00	0,00	2,58	4,21	2,07	3,72	6,00	2,47	U,00
Magnetite	2,99	2,16	2,58	2,02	1,55	2,29	2,25	2,22	2,15	2,36	0,88	
Ilmenite	1,33	1,44	1,52	0,90	1,14	1,33	1,33	0,74	1,10	0,71	0,24	
Apatite	1,96	0,88	1,69	0,80	0,79	1,17	1,25	0,95	0,86	0,92	0,05	

**Tabel 3. Data Geokimia Muria dan Genuk Wet Series <sup>[1,2]</sup>**

Sampel	G5/K	R1/A	GBL	GBL	MS-28/A	G1.5	M2P11	M5.IA	S1/A	MIK1	M1P11	G5K1
Seri	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK
Klasifikasi	T	T	T	T	TB	TB	T	T	TP	P	T	B
SiO <sub>2</sub>	53,07	54,21	47,84	47,08	49,38	47,74	48,61	52,48	56,55	53,35	51,33	49,49
TiO <sub>2</sub>	0,82	0,63	0,79	1,33	0,96	0,99	1,15	0,86	0,32	0,49	0,85	0,56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,96	20,33	14,98	17,06	16,65	15,75	21,25	16,69	23,74	22,01	19,18	16,52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,85	1,36	2,22	2,25	2,18	2,22	1,84	1,96	0,69	1,13	1,65	1,76
FeO	6,17	4,54	7,39	7,5	7,26	7,39	6,14	6,53	2,29	3,78	5,51	5,87
MnO	0,19	0,18	0,17	0,11	0,2	0,18	0,21	0,17	0,15	0,2	0,12	0,15
MgO	3,04	1,59	5,94	3,58	4,44	5,05	3,69	3,54	0,47	1	2,86	6,03
CaO	7,79	5,75	13,02	13,52	10,29	11,9	7,24	8,98	2,91	5,07	8,22	11,31
Na <sub>2</sub> O	3,6	4,64	2,12	1,96	2,69	3,12	4,16	3,23	4,16	6,38	3,71	3,42
K <sub>2</sub> O	5,05	6,59	3,87	4,06	5,24	4,86	4,46	4,93	8,7	6,48	6,15	3,74
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,64	0,32	0,85	0,73	0,93	1,03	0,58	0,82	0,09	0,22	0,37	0,49
Rubidium (Rb)			143,00	383,00			386,00				2641,00	102,00
Strontium (Sr)			680,00	1924,00			2157,00				1707,00	400,00
Barium (Ba)			10769,00	194,00			149,00				115,00	7077,00
Nickel (Ni)			36,00	48,00			40,00				25,00	54,00
Quartz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Orthoclase	29,86	38,95	22,86	23,28	30,99	21,44	26,36	29,15	51,42	38,30	36,35	22,09
Albite	20,49	15,53	1,65	0,00	4,24	0,00	12,16	17,70	17,67	11,25	5,28	6,42
Anorthite	17,94	15,19	19,93	25,76	17,88	14,64	26,14	16,48	13,83	12,29	17,52	18,69
Leucite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nepheline	5,39	12,85	8,83	8,98	10,03	14,30	12,48	5,22	9,49	23,14	14,14	12,19
Corundum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	0,00	0,00	0,00
Diopside	13,75	9,48	3,22	3,26	3,16	3,22	2,67	2,84	1,00	1,64	2,39	2,55
Hypersthene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivine	7,04	4,24	8,32	2,77	7,58	5,67	10,98	6,47	3,42	2,32	4,51	7,40
Magnetite	2,68	1,97	3,22	3,26	3,16	3,22	2,67	2,84	1,00	1,64	2,39	2,55
Ilmenite	1,55	1,20	1,49	2,53	1,83	1,89	2,18	1,63	0,61	0,94	1,61	1,07
Apatite	1,48	0,74	1,96	1,69	2,16	2,38	1,30	1,91	0,22	0,50	0,86	1,14

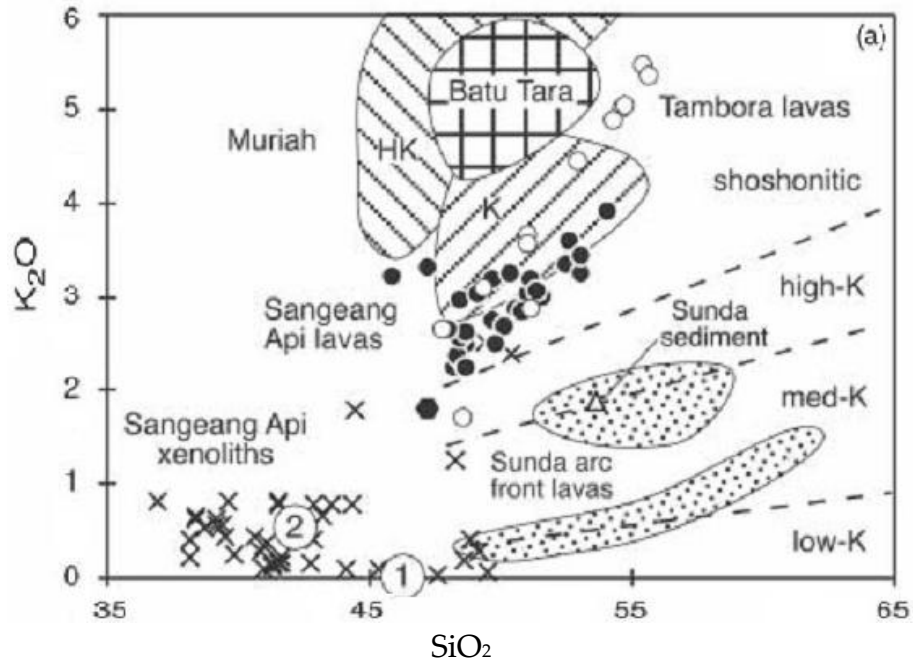
T= Tephrite      TB= Trachybasanite      TP= Trachyphonolite      B= Basanite      P= Phonolite  
 TBS= Trachybasalt      TA= Trachyandesite      TC= Trachyte



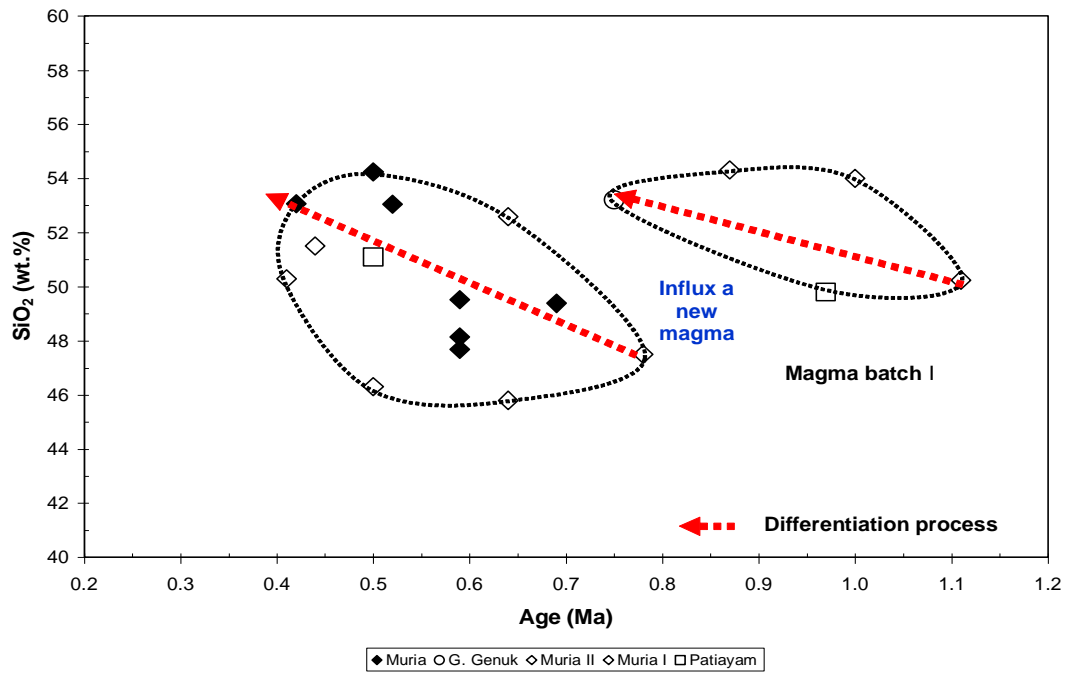
**Gambar 2. Hubungan SiO<sub>2</sub> Vs. K<sub>2</sub>O Seri K-Tinggi dan Rendah<sup>[3]</sup> pada Kelompok Gunung Seri Alkalin**

Keterangan: ▲ = komplek G. Muria, ● = data geokimia pada busur gunung api di Pulau Jawa.

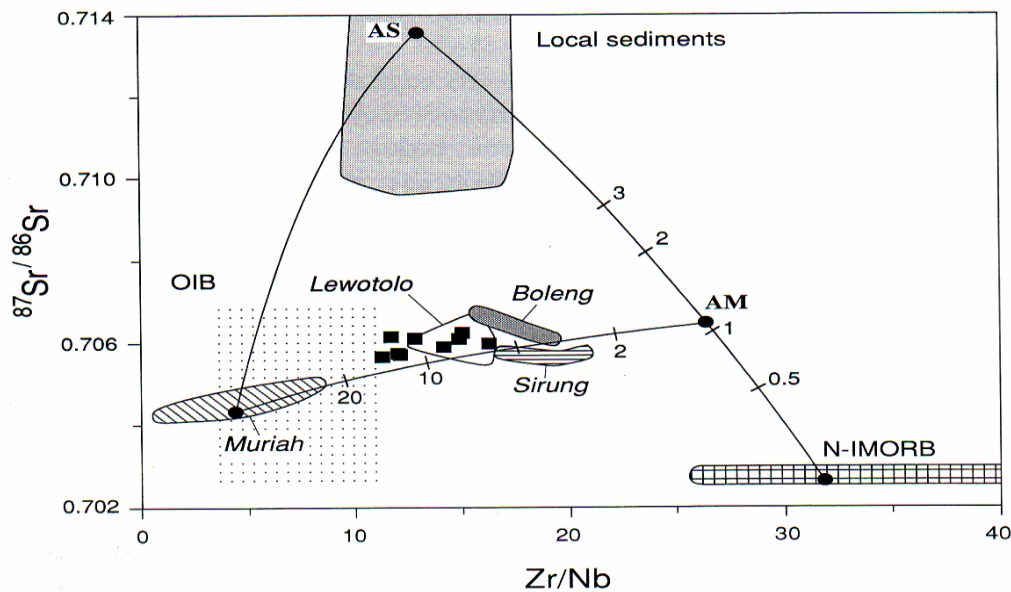
Hubungan K<sub>2</sub>O dengan SiO<sub>2</sub> Muria, Sangeang dan Tambora ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3, sedangkan diagram umur dengan konsentrasi SiO<sub>2</sub> dan diagram skenario proses diferensiasi magmatisme Muria ditunjukkan pada Gambar 4, diagram rasio Zr/Nb Vs. <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr pada Gambar 5.



Gambar 3. Hubungan K<sub>2</sub>O Vs SiO<sub>2</sub> Muria, Sangeang dan Tambora<sup>[4]</sup>



Gambar 4. Diagram Umur (Ma) Vs. SiO<sub>2</sub> (% Berat)<sup>[5]</sup>



Gambar 5. Diagram Rasio Zr/Nb Vs.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ <sup>[6]</sup>

Berdasarkan komposisi geokimia Gunung Muria (Kuarter), maka Muria tidak mungkin merupakan bagian dari *intermediate crust* di selatannya<sup>[4]</sup>. Gunung Muria ini sangat alkalin dan potasik dan *leucite-bearing* yang mencerminkan adanya asosiasi kerak kontinen yang tebal yang berperan dalam proses *partial melting* lapisan astenosfira menjadi magma dengan bantuan sesar besar yang teraktifasi kembali. Selanjutnya Gunung Muria merupakan contoh khas busur belakang kegunungapian.

#### 4.2. Pembahasan

Analisis geokimia batuan gunung api Muria memperlihatkan tatanan kimia yang bervariasi dari batuan yang mengandung kalk-alkali normal hingga potasium tinggi. Banyak ragam batuan gunung api di kawasan Gunung Muria yang berbeda umur pembentukannya. Berdasarkan data umur batuan, batuan Gunung Muria yang mengandung potasium tinggi memiliki umur lebih muda dibandingkan dengan batuan yang mengandung potasium rendah<sup>[1]</sup>. Hal ini diduga terkait dengan kondisi tektonik yang mendukung proses kegunungapian pada masa itu.

Gambar 2 menggambarkan kondisi batuan gunung api Kuarter busur Sunda-Banda. Kondisi geokimia berkisar antara *tholeiitic*, *calc-alkaline*, K-alkaline tinggi, shosonitic dan seri *leusitic*<sup>[3]</sup>. Kondisi batuan gunung api Muria terletak pada kisaran seri *leusitic* (....Δ....), sedangkan hasil plot kurva  $\text{K}_2\text{O}$  versus  $\text{SiO}_2$  (Gambar 3) memperlihatkan tingkat konsentrasi  $\text{SiO}_2$  lebih tinggi pada Muria tua (potasik rendah) dibandingkan dengan Muria muda (potasik tinggi). Hal ini diduga juga bahwa kondisi tektonik di kompleks gunung Muria sangat terkait (berasosiasi) dengan proses kegunungapian pada masa itu.

Berdasarkan potensi tektonik yang menyertainya, maka magma yang mengandung potasium tinggi terbentuk pada temperatur lebih rendah dibandingkan dengan magma yang mengandung potasium rendah. Selanjutnya akan terjadi pengurangan temperatur pada pelelehan mantel selaras dengan berjalannya waktu. Dalam hal ini peristiwa tektonik yang mengakibatkan peregangan (dekompresi) menghasilkan pelelehan magma dengan panas tinggi dan magma berpotasium rendah. Selanjutnya terjadi peristiwa tektonik yang mengalami perubahan secara berangsur dan mengakibatkan peregangan berhenti serta beralih menjadi bertekanan (kompresi) yang menghasilkan magma berpotasium tinggi.

Pembuatan kurva SiO<sub>2</sub> batuan gunung api versus umur historikal (Gambar 4) dengan menggunakan data yang tersedia (Newjec) menunjukkan bahwa produk erupsi terakhir berasal dari diferensiasi kumpulan magma sebelumnya<sup>[4]</sup>. Bila tidak terdapat masukan magma baru, aktifitas erupsi Kompleks Gunung api Muria akan berasal dari magma yang mendingin dari kumpulan magma terakhir. Peristiwa ini biasanya menyebabkan erupsi bertipe freatik bila panas dari magma yang mendingin mengalami kontak dengan air tanah. Masukan magma baru dapat dideteksi dengan pemantauan gempabumi gunung api di bawah Gunung api Muria.

Berdasarkan diagram rasio Zr/Nb Vs. <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr diperoleh gambaran skenario sumber magma dari Muria yang menyatakan bahwa magma Muria dipengaruhi oleh kombinasi *Mid Ocean Ridge Benioff* (MORB) dan sedimen lempeng Australia dengan lempeng Australia itu sendiri berdasarkan pola diferensiasinya. Laporan dari NTT (2000) menyatakan bahwa hal tersebut merupakan indikasi tidak adanya konsentrasi episenter di bawah Kompleks Gunung api Muria sehingga Gunung Muria dapat dianggap sebagai gunung api yang tidak berkemampuan (non kapabel) untuk erupsi magmatik dalam waktu dekat di masa depan<sup>[2]</sup>.

## 5. KESIMPULAN

Kondisi geokimia di komplek Gunung api Muria tersusun atas potasium berkadar rendah yang diperkirakan merupakan produk lelehan magma bertemperatur tinggi (dekompresi) dan potasium berkadar tinggi (kompresi). Pola tektonik dekompresi sangat terkait dengan kondisi geokimia potasium rendah pada Muria tua, sedangkan pola tektonik kompresi sangat terkait dengan kondisi geokimia potasium tinggi pada Muria muda.

Prediksi tingkat bahaya gunung api di masa yang akan datang diindikasikan dengan sifat yang tidak berkemampuan (non kapabel) Gunung Muria bila diasumsikan tidak akan terjadi perubahan siklus tektonik yang signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. NEWJEC, "Feasibility Study of NPP in Muria Peninsula. Volcanology Report", New Japan Engineering Consultants, Jakarta, (1996).
- [2]. NTT, Volcanology Report. National Technical Team Report. Jakarta, (2000).
- [3]. ASNAWIR, MAMAY, SURONO, "Assessment of Volcanic Muria Muria Hazards to Muria NPP Site", PVMBG, Bandung, 2005.
- [4]. PRIHADI, S., "Probabilistic Assessment of Volcanic Muria Hazards to Muria NPP Site", PVMBG, Bandung, 2005.
- [5]. WIRYOSUYONO, "The Geology and Tectonics of Eastern Indonesia", Geological Research and Development Centre, Bandung, 1981.
- [6]. BOWIN, C., PURDY, G.M., JOHNSTON, C., SHOR, G., LAWVER, L., HARTONON, H.M.S., JEZEK, P., "Arc-continent collision in the Banda Sea Region", American Association of Petroleum Geologists Bulletin 64, 1980.