

## Distribusi spasial dan temporal batuan vulkanik Tersier di Jawa Tengah dan Jawa Timur

Sutanto

Jurusan T. Geologi Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta

### Abstract

*Volcanic activity in Indonesia is temporally distributed since Permian. In the Island of Java, especially in Middle and East Java, the emplacements of volcanic rocks are present since the Eocene Epoch and continue until present-day. The Eocene volcanic rocks are crop out as apart of the Pre-Tertiary complexes of the Karangsembung mélange and Bayat, while those the Eocene age are represented by some dyke and lava in the Karangsembung, Bayat and Pacitan areas. The very volumetriqueos of Oligocene to Middle Miocene volcanic edifices as lava, dike, volcanic necks and volcanic breccias are widely distributed in the southern mountain of Java, in the areas of Banyuwangi, Trenggalek, Pacitan, Parangtritis, Kulonprogo, Karangbolong and Nusa Kambangan island. In the upper most Miocene to Pliocene the volcanic activities are significantly decrease, and its only present as dykes, and volcanic necks in gunung Watulimo and Manikoro in Trenggalek area (East Java) and in the areas of Wangon, Karangobar, Bobotsari and Pemalang (Central Java). The increasing volcanic activities take place at Plio-Pleistocene and represented by quaternary volcanic edifices in the axe of Java island arc and in the back-arc region with various rock affinities: calc alkaline, potassic calc alkaline, shoshonitic and ultra-potassic with leucite.*

### Abstrak

*Kegiatan vulkanisme telah ada di Indonesia sejak Perm. Di Pulau Jawa, khususnya di Jawa Tengah dan Jawa Timur kegiatan vulkanisme sudah terekam sejak Eosen hingga saat ini. Kehadiran batuan vulkanik pre-Tersier dijumpai di Bayat dan Karangsembung sebagai bagian dari kompleks batuan pre-Tersier; sedangkan dike dan lava basaltik berumur Eosen terdapat di Pacitan, Bayat dan Karangsembung. Kegiatan gunung api yang tersebar luas di Pulau Jawa bagian selatan terjadi pada Kala Oligosen hingga Miosen Tengah, batuan vulkanik yang terdiri atas breksi vulkanik, lava dan intrusi dangkal tersebar di Pegunungan Selatan Jawa dari Banyuwangi, Trenggalek, Pacitan, Parangtritis, Kulonprogo, Karangbolong hingga pulau Nusa Kambangan. Pada kala Miosen Akhir hingga Pliosen kegiatan vulkanisme menurun dan hanya ditandai oleh dike dan beberapa vulkanic neck di gunung Watulimo dan Manikoro di daerah Trenggalek (Jawa Timur) dan juga di daerah Wangon, Karangobar, Bobotsari dan di daerah Pemalang (Jawa Tengah). Kegiatan gunungapi meningkat pada Plio-Plistosen yang berlangsung hingga saat ini, rangkaian bangunan gunungapi kuartar terdiri dari dua jalur, yaitu rangkaian gunungapi aktif pada poros pulau Jawa dan vulkanisme belakang busur, dengan jenis batuan bervariasi: dari kalk alkali; kalk alkali kaya potasium; shoshonitik dan ultra-potasik mengandung leusit.*

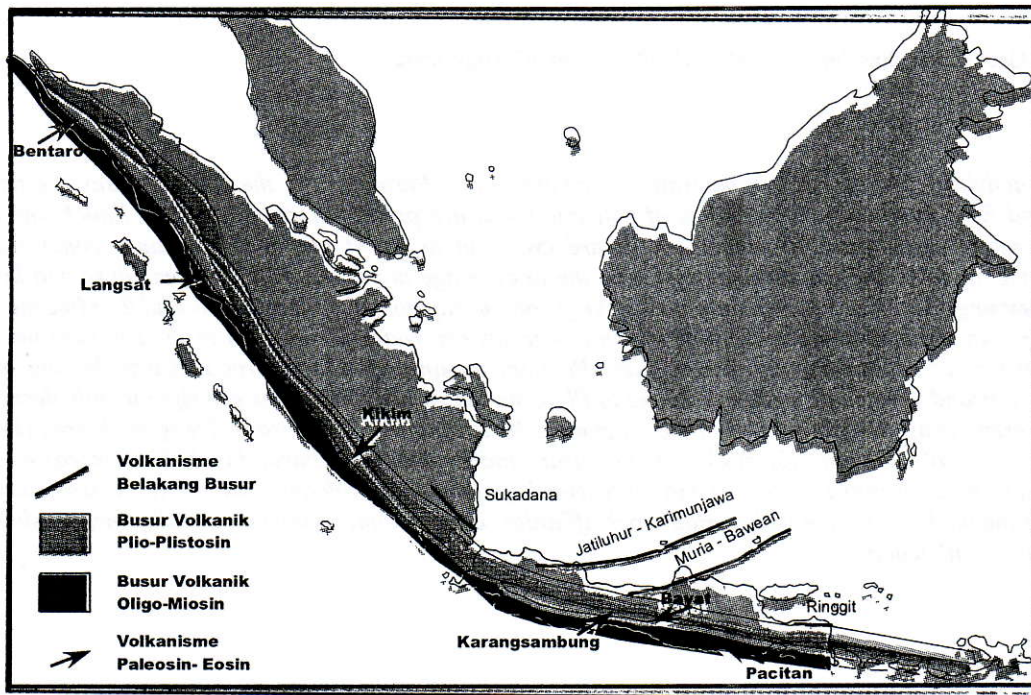
Kata-kata kunci : vulkanisme, spasial, temporal

### PENDAHULUAN

Di Indonesia, bukti adanya aktivitas magmatik sudah terekam paling tidak sejak Perm. Tetapi sampai sekarang status tektonik formasi-formasi batuan yang berumur -pre-Tersier masih belum jelas dan masih diperdebatkan. Banyak ahli berpendapat bahwa formasi batuan tersebut letaknya tidak sama dengan pada saat terbentuknya. Keberadaan jalur gunungapi yang dipercaya dapat diikuti secara menerus dari Sumatra, Jawa hingga Sulawesi adalah busur gunungapi Tersier Awal (Van Bemmelen, 1949). Di Sumatra, kegiatan ini diwakili oleh batuan gunung api Bentaro di Aceh, batuan vulkanik Langsung di daerah Natal dan Formasi

Kikim di Sumatra Selatan yang berumur Paleogen (Sutanto, 1997). Di Jawa, Formasi Jatibarang, dike basaltik di Karangsembung dan Bayat merupakan batuan vulkanik berumur Eosen hingga Oligosen Awal serta *Old Andesite Formation* yang terletak di pegunungan Selatan Jawa berumur Oligosen Akhir hingga Miosen Awal (gambar 1); di lengan barat Sulawesi, kegiatan sejenis dimulai oleh batuan gunungapi Langi berumur Paleosen hingga Eosen Akhir (Hutchison, 1982).

Busur gunung api di Indonesia saat ini memanjang ± 6000 kilometer, dari bagian utara Sumatra hingga kepulauan Maluku. Berdasar sifat konvergensinya, busur gunungapi tersebut dapat dibedakan menjadi empat, yaitu: Sumatra, (hingga Jawa Barat ?) yang



Gambar 1. Penyebaran batuan vulkanik tersier di Indonesia bagian barat (modifikasi dari Sutanto, 1997)

dianggap merupakan tepi benua aktif; busur kepulauan Jawa hingga Flores, busur Banda dan kompleks busur *collision* di Timor dan Maluku (van Bergen *et al.*, 1991). Busur gunungapi tersebut ditandai hadirnya lebih dari 500 gunung api resen, dimana 78 di antaranya pernah meletus dalam waktu sejarah, sedang limapuluhan yang lain berstadia solfatorik atau *fumarollian* (Neumann van Padang, 1951 dalam Hutchison, 1982). Sejarah letusan gunungapi menunjukkan bahwa erupsi gunung Tambora (1815) dan Krakatau (1883), merupakan letusan terbesar pertama dan ke empat di dunia dalam waktu sejarah (Hutchison, 1982). Batuan vulkanik kuartar umumnya berafinitas kalk alkali dan kalk alkali potasik (kaya K), dan sedikit yang berafinitas toleitik dan shoshonitik. Lava dan batuan piroklastiknya terutama berkomposisi andesitik, walaupun ada yang basaltik, dasitik maupun riolitik.

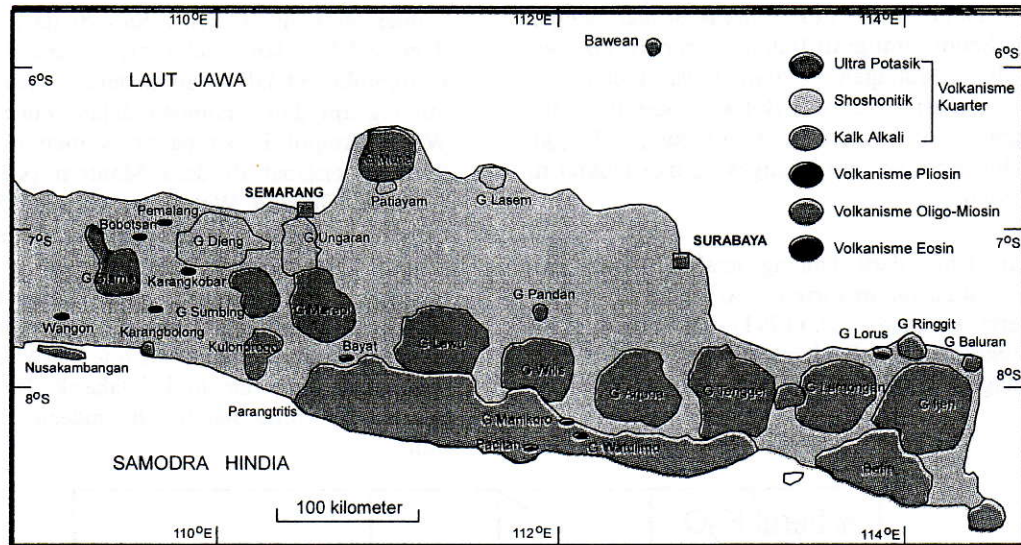
Pulau Jawa yang terletak di atas bidang *Benioff* dengan kedalaman 100 kilometer di selatan dan 400 kilometer di utara, mempunyai empat jalur formasi batuan vulkanik yang sejajar dengan palung Sunda (Soeria Atmadja *et al* 1991; Maury, 1997): 1) Di pegunungan Selatan, ditempati oleh batuan gunungapi berumur Eosen hingga Miosen Tengah; 2) Lava dan intrusi-intrusi yang berumur Miosen akhir - Pliosen, terletak tidak jauh di utaranya (sebagian *overlapping*) dan sebagian tertutup oleh bangunan gunungapi Kuartar; 3) Jalur gunungapi aktif yang terdiri dari pusat-pusat erupsi berjarak rata-rata 80 kilometer; dan 4) Jalur belakang busur

yang ditempati oleh beberapa gunungapi Kuartar dengan jarak bervariasi terhadap sumbu jalur vulkanik, yaitu diantaranya Dieng, Ungaran, Ringgit dll (Gambar 2).

#### BATUAN VOLKANIK PRE-TERSIER

Di Jawa batuan pre-Tersier tersingkap di Ciletuh, Karangsambung dan Bayat. Ketiga tempat tersebut oleh Hamilton (1979) dianggap sebagai *melange* tektonik berumur pre-Tersier (Kapur ?) hingga Eosen. Sukendar Asikin (1974) menyatakan bahwa *melange* tektonik Karangsambung mempunyai arah struktur sama dengan singkapan sejenis di pegunungan Meratus. Batuan magmatiknya berupa batuan asal kerak samodra yang terdiri dari serpentinit, peridotit, gabro, diabas, lava basalt toleit berstruktur bantal, rijang dan gamping merah. Keberadaan batuan kelompok ofiolit ini juga sudah dipelajari secara khusus oleh Suparka (1988), yang ternyata merupakan kelompok ofiolit asal punggungan lantai samodra berumur 81-85 Ma.

Di Ciletuh, di sebelah tenggara Pelabuhan Ratu, gabro, batulempung, dan *olistostrom* tersingkap di sungai Citirem tetapi tidak selengkap di Karangsambung. Daerah ini belum banyak diteliti secara khusus dan lagi susah dijangkau. Di Bayat, batuan umur ini terdiri dari filit, sekis, marmer, dan serpentinit yang diterobos oleh *dike* basalt dan *stock gabbro* (gunung Pendul). Kehadiran serpentinit (yang sebagian masih memperlihatkan tekstur



Gambar 2. Distribusi batuan vulkanik berumur pre tersier, tersier dan kuartar di Jawa Tengah dan Jawa Timur (modifikasi dari Bellon et al, 1989; Soeria-Atmadja et al, 1991).

batuan beku) di dusun Pagerjurang, di lereng barat laut gunung Jabalkat merupakan bukti adanya kegiatan magmatik pre-Tersier. Menurut Hamilton (1979) batuan batuan tersebut merupakan fragmen dalam prisma akresi atau dalam *melange* tektonik

### BATUAN VOLKANIK EOSEN

Bukti kegiatan gunungapi berumur Eosen tidak pernah dijumpai dengan jelas. Tetapi bukti adanya kegiatan magmatik ditunjukkan oleh batuan gunungapi Formasi Jatibarang di cekungan Jawa Barat utara, beberapa *dike* basaltik yang memotong Formasi Karangsembung di sebelah utara Kebumen, dan Formasi batuan pre-Tersier dan Eosen di perbukitan Jiwo, Bayat, serta dijumpainya lava bantal basaltik di sungai Grindulu (dekat dusun Gedangan), Pacitan dalam Formasi Besole (?).

Formasi Jatibarang yang mempunyai ketebalan  $\pm 1200$  meter ini hampir selalu dijumpai dalam pengeboran minyak di cekungan Jawa Barat Utara. Penanggalan radiometrik (tidak jelas umur mutlaknya) memberikan umur Eosen hingga Oligosen awal (Arpandi dan Padmosukismo, 1976 dalam Hutchison, 1982). Di Karangsembung kegiatan gunungapi Eosen diwakili oleh gunung Bujil, dan beberapa *dike* memotong Formasi Karangsembung. Penanggalan radiometrik K-Ar memberikan umur  $39,86 \pm 3,31$  Ma. Beberapa *dike* basaltik (Winong, Brumbung, gunung Merak, dll) dan stok gabroik yang memotong sekis kristalin, Formasi Wungkal dan Formasi Gamping, di perbukitan Jiwo, Bayat, memberikan umur 31 - 40 Ma. Sementara lava basalt tholeit yang berstruktur bantal di sungai

Grindulu, Pacitan memberikan umur 42 Ma (Sutanto *et al.*, 1994).

Kegiatan gunung api pada kala Eosen menghasilkan batuan basalt berkomposisi plagioklas, piroksin sedikit olivin, dan mineral opak, umumnya bertekstur afirik, intergranular atau intersertal. Kandungan unsur utama ( $K_2O$  dan  $SiO_2$ ) menunjukkan basalt dari Karangsembung dan Pacitan berafinitas tholeit busur kepulauan sedang basalt yang terdapat di Bayat adalah kalk alkali. Ciri magma orogenik ditunjukkan oleh kandungan titan (Ti) dan niobium (Nb) yang rendah sehingga memberikan harga anomali negatif terhadap unsur-unsur jejak yang lain (Soeria - Atmadja *et al.*, 1991; Sutanto, 1993).

### BATUAN VOLKANIK OLIGOSEN - MIOSEN TENGAH

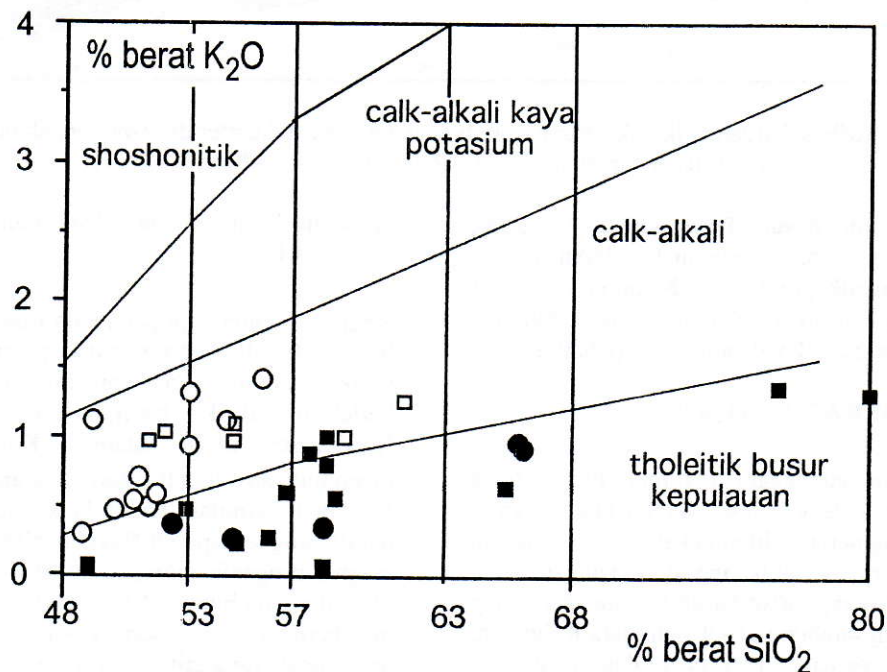
Sebagian besar pulau Jawa dibangun oleh batuan hasil kegiatan gunungapi berumur Oligosen - Miosen awal dan Pliosen - Kuartar, terdiri dari bangunan vulkanik (breksi piroklastik, tufa, breksi laharik, lava, batupasir vulkanik, batulempung vulkanik) bawah laut dan daratan. Penunjaman lempeng litosferik samodra Hindia pada zaman Paleogen telah menyebabkan terbentuknya deretan gunungapi (busur kepulauan) berafinitas kalk alkali di bagian selatan pulau Jawa (Hamilton, 1979); yaitu di daerah Merawan, Malang selatan, Trenggalek, Pacitan, Parangtritis, Kulonprogo, Karangbolong, Nusakambangan, Pangandaran, Pelabuhanratu dan Bayah. Van Bemmelen, (1949) menyebut formasi batuan hasil kegiatan gunungapi tersebut sebagai

*Old Andesites Formation.* Sekarang, formasi-formasi tersebut telah diberi nama sesuai dengan tatanama Sandi Stratigrafi Indonesia seperti Formasi Besole di pegunungan Selatan Jawa Timur dan Formasi-Formasi Kebo, Butak, Semilir dan Nglanggran di daerah Baturagung hingga Parangtritis serta Formasi Kaligesing dan Dukuh di Kulon Progo.

Penelitian lebih detil tentang analisa kimia dan penentuan umur radiometrik (K-Ar) telah dilakukan oleh Soeria-Atmadja *et al.* (1991) dan Sutanto *et al.* (1994) untuk daerah Pacitan, Bayat, Kulon Progo dan Karangsembung.

#### Daerah Pacitan

Batuan vulkanik tersebar luas di daerah Pacitan - Trenggalek dan sekitarnya. Bukti lapangan menunjukkan telah terjadi beberapa episode aktivitas gunung api dan tersimpan dalam Formasi Besole, Wuni, Nampol. Beberapa intrusi memotong Formasi Punung terdapat di desa Mantren (sebelah timur Pacitan), Gunung Watulimo, Gunung Sepang dan Gunung Manikoro. Penanggalan radiometrik K-Ar (Tabel 1) menunjukkan kegiatan vulkanisme tersebut telah dimulai pada kala Eosen dan berlangsung hingga Miosen akhir dan menghasilkan lava, *dike*, *dome* dan *volcanic neck* serta breksi piroklastik, tufa dan breksi laharik. Batuan-batuan tersebut berkomposisi basalt, andesit, dasit hingga riolit.



Gambar 3. Diagram K<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub>, (Peccerillo and Taylor, 1976) memperlihatkan batuan vulkanik dari daerah Bayat (bulat putih) dan Kulon Progo (segi empat putih) berafinitas kalk alkali, sedang batuan dari Pacitan-Trenggalek (segi empat hitam) dan Karangsembung dan Karangbolong berafinitas toleit busur kepulauan (Sutanto, 1993)

Tabel 1. Umur radiometrik K - Ar batuan vulkanik dari daerah Pacitan dan sekitarnya (Sutanto, 1993; Sutanto *et al.*, 1994).

Lokasi	Jenis	Umur		K <sub>2</sub> O %	SiO <sub>2</sub> (%)
		Kala	(Ma)		
Arjosari	Lava bantal	Eosen akhir	42,73 ± 9,78	0,055	58,40
	Lava bantal	Oligosen awal	33,56 ± 9,69	0,045	49,00
	<i>dike</i>	Oligosen awal	28,00 ± 1,53	0,30	56,20
Slahung	tufa	Miosen awal	19,20 ± 0,37	6,40	72,20
Trenggalek	Lava <i>dome</i>	Miosen awal	18,99 ± 0,54	1,34	76,35
Pacitan	Lava	Miosen tengah	15,80 ± 0,44	0,86	57,75
	Lava	Miosen tengah	15,30 ± 0,88	0,77	58,50

### Bayat-Parangtritis

Di daerah Bayat dan pegunungan Selatan (Baturagung hingga Parangtritis) bukti kegiatan gunungapi awal Tersier tersimpan dalam Formasi Kebo, Butak, Semilir dan Nglanggran serta intrusi yang memotong sekis kristalin di perbukitan Jiwo. Lava dan intrusi pada umumnya berkomposisi basalt hingga andesit. Batuan yang lebih asam didapatkan sebagai tufa batuapung berkomposisi riolitik di dalam Formasi Semilir.

Umur radiometrik Potasium-Argon dari beberapa *dike* basaltik yang memotong batuan sekis kristalin dan Formasi Gamping/Wungkal memberikan umur 39,8 hingga 31,3 Ma atau Eosen Akhir hingga Oligosen Awal, sementara *dike* dan *sill* berkomposisi basaltik yang mewakili pegunungan Selatan memberikan umur 26,5 dan 24,3 Ma atau Oligosen Akhir (Tabel 2). Diagram  $K_2O/SiO_2$  menunjukkan semua contoh merupakan batuan vulkanik orogenik yang berafinitas kalk alkali.

### Kulon Progo

Kubah Kulon Progo merupakan lokasi tipe Formasi Andesit Tua yang dikemukakan oleh Van Bemmelen (1949). Menurutny daerah ini merupakan kompleks gunungapi purba dengan pusat eupsinya di Gunung Gajah, Gunung Ijo dan Gunung Menoreh, yang secara berturut-turut menghasilkan batuan berkomposisi

basaltik andesit mengandung augit dan hiperstin; basaltik piroksin andesit, hornblende-augit andesit dan dasit; breksi dan tuff mengandung *hornblende-augit*, dasit dan traki-andesit. Batuan asal gunungapi tersebut telah dikelompokkan menjadi Formasi Kulon Progo dengan anggota Ijo dan Formasi Giri Purwo oleh Suroso I (1986).

Penanggalan radiometrik K-Ar dari beberapa batuan vulkanik menunjukkan umur 29.6 -22.6 Ma atau Oligosen akhir hingga Miosen Awal (tabel 3). Sedang hasil analisa kimia batuan basalt hingga andesit tersebut menunjukkan afinitas kalk alkali (Bellon *et al*, 1989 ; Soeria-Atmadja *et al.*, 1991).

### BATUAN VOLKANIK MIOSEN AKHIR - PLIOSEN

Soeria - Atmadja *et al* (1991) mengidentifikasi adanya dua episode magmatik, berumur 12 Ma hingga 2 Ma. Dibandingkan dengan magmatisme sebelumnya, jalur ini terletak tepat di sebelah utaranya tetapi di Pacitan dan sekitarnya saling overlap. Vulkanisme pada saat itu pada umumnya tidak merupakan kerucut-kerucut gunungapi, tetapi berupa *dike* atau *sill* dan *volcanic neck* yang umumnya berkomposisi andesitik. Singkapannya dijumpai di daerah Wangon, Bobotsari, Pekalongan, Pemalang, Karangobar dan Pacitan-Trenggalek.

Tabel 2. Umur isotopik K-Ar beberapa batuan basaltik dari daerah Bayat dan Parangtritis (Sutanto, 1993; Sutanto *et al*, 1994).

Lokasi	Jenis	Umur		K <sub>2</sub> O %	SiO <sub>2</sub> %
		Kala	(Ma)		
Bayat	<i>Dike</i>	Eosen akhir	39,82 ± 1,49	0,50	51,20
	<i>Dike</i>	Oligosin awal	33,15 ± 1,00	0,73	50,90
	<i>Dike</i>	Oligosin awal	31,29 ± 0,90	0,55	50,85
Tegalrejo	<i>Sill</i>	Oligosin akhir	24,25 ± 0,65	1,32	52,90
Parangtritis	<i>Dike</i>	Oligosin akhir	26,55 ± 1,07	0,94	52,80
	<i>Dike</i>	Oligosin akhir	26,40 ± 0,83	1,13	54,45

Tabel 3. Umur isotopik K-Ar beberapa lava, *dike* dan vulkanik *neck* dari daerah Kulon Progo (Sutanto, 1993; Sutanto *et al*, 1994).

Lokasi	Jenis	Umur		K <sub>2</sub> O %	SiO <sub>2</sub>
		Kala	(Ma)		
Desa Kalibuko	<i>Lava</i>	Oligosen akhir	29,63 ± 2,26	1,04	54,15
Gunung Kukusan	<i>Lava dome</i>	Oligosen akhir	29,24 ± 2,38	1,23	60,95
Kalisonggo	<i>Dike</i>	Oligosen akhir	28,31 ± 3,46	1,01	51,57
Gunung Ijo	<i>Neck</i>	Oligosen akhir	25,98 ± 0,55	0,94	54,30
Gunung Suru	<i>lava</i>	Oligosen akhir	25,35 ± 0,65	0,99	58,65
Gunung Gendol	<i>lava</i>	Miosen awal	22,64 ± 1,13	0,95	51,00

Tabel 4. Umur isotopik K-Ar batuan vulkanik berumur Miosen Akhir hingga Pliosen dari daerah Trenggalek, Pemalang, Wangon dan Karangkoba (Sutanto, 1993; Sutanto *et al*, 1994).

Lokasi	Jenis	Umur		K <sub>2</sub> O %	SiO <sub>2</sub>
		Kala	(Ma)		
Gunung Watulimo, Trenggalek	<i>Neck</i>	Miosen tengah	12,07±0,58	0,67	65,50
Bobotsari	<i>Lava</i>	Miosen Akhir	11,16 ± 1,24	0,39	51,35
Gunung Manikoro, Trenggalek	<i>Dike</i>	Miosen akhir	8,94 ± 0,40	1,00	58,50
Badak, Pemalang	<i>Neck</i>	Miosen Akhir	8,87 ± 0,84	0,62	49,90
Cikadu, Pemalang	<i>Dike</i>	Miosen Akhir	7,98 ± 0,40	1,16	52,88
Wangon	<i>Sill</i>	Miosen Akhir	8,74 ± 0,59	1,05	49,95
Kali Genteng, Pekalongan	<i>Dike</i>	Miosen Akhir	7,96 ± 0,90	1,24	52,60
Gunung Mendelem	<i>Dike</i>	Miosen Akhir	7,90 ± 0,99	0,68	50,15
Bobotsari	<i>Lava</i>	Miosen Akhir	7,88 ± 0,44	1,20	50,27
Karangkobar	<i>Dike</i>	Pliosen	3,96 ± 0,25	1,47	57,75

Daerah Wangon, Bobotsari, Pekalongan, Pemalang, Karangkobar secara fisiografi terletak pada perbukitan Serayu Utara. Batuan vulkanik berumur Miosen Akhir hingga Pliosen terdapat pada Formasi Halang dan Formasi Merawu sebagai lava bantal, *sill*, *dike* dan *neck* vulkanik. Batuan-batuan tersebut berkomposisi basalt hingga andesit dan berafinitas kalk alkali. Di daerah Pacitan batuan vulkanik dijumpai sebagai intrusi-intrusi berkomposisi andesitik dan dasitik yang menerobos hingga batugamping Formasi Punung seperti halnya gunung Sepang, Manikoro. Analisa kimia menunjukkan bahwa batuan di daerah Pacitan berafinitas toleit busur kepulauan.

#### BATUAN VOLKANIK KUARTER

Rangkaian bangunan gunungapi kuartar terdiri dari dua jalur, yaitu rangkaian gunungapi aktif pada poros pulau Jawa dan vulkanisme belakang busur (Gambar 2). Studi geodinamik berdasar data-data geokimia, petrologi, dan geokronologi dari batuan gunungapi kuartar sudah banyak dilakukan oleh para ahli, antara lain ialah: Hutchison (1982); Nicholls & Wittford (1983); Soeria Atmadja *et al* (1986); Maury *et al* (1987); Bellon *et al* (1989); Soeria Atmadja *et al* (1988).

Gunungapi Kuartar mempunyai tipe batuan sangat bervariasi: dari kalk alkali (Sundoro, Kelud, Semeru, Lamongan); kalk alkali kaya potasium (Dieng, Ungaran); shoshonitik (Patiayam, Lasem, Muria) dan ultra-potasik mengandung leusit (Muria, Lorus, Ringgit dan Bawean). Gunungapi dengan tipe toleitik, kalk alkali dan kalk alkali kaya potasium terletak pada sumbu vulkanik aktual, sedang yang bertipe shoshonitik dan ultrapotasik mengandung leusit terletak pada belakang busur pulau Jawa.

#### KESIMPULAN

Kegiatan vulkanisme di Jawa telah ada sejak Eosen dan menerus hingga sekarang, meskipun secara temporal intensitasnya berbeda-beda. Pada kala Eosen aktivitas vulkanisme tidak berupa gunungapi melainkan berupa intrusi dangkal; sementara pembentukan gunungapi strato terjadi pada kala Oligosen hingga Miosen Tengah tersebar luas di pegunungan Selatan pulau Jawa; pada kala Miosen Akhir hingga Pliosen kegiatan gunungapi kembali melemah dan tidak membentuk gunungapi; dan akhirnya pada kala Plio-Plistosen terjadi lagi pembentukan gunungapi yang meluas diseluruh pulau Jawa.

Di daerah Pacitan – Trenggalek kegiatan gunungapi relatif menerus sejak Eosen hingga Pliosen, dengan afinitas batuan vulkanik berkomposisi basa sampai asam adalah toleitik busur kepulauan. Sedangkan di Jawa Tengah tidak dijumpai adanya kegiatan gunungapi pada Miosen Akhir; kegiatan magmatisme Pliosen tidak berupa gunungapi, tetapi berupa *sill* dan *dike* yang memotong Formasi Halang yang dijumpai di bagian selatan pulau (Wangon) hingga bagian utara (Pemalang).

Tipe batuan yang dihasilkan kegiatan gunungapi kuartar bervariasi dari kalk alkali; kalk alkali kaya potasium; shoshonitik dan ultra-potasik mengandung leusit. Gunungapi dengan tipe toleitik, kalk alkali dan kalk alkali kaya potasium terletak pada sumbu vulkanik aktual, sedang yang bertipe shoshonitik dan ultrapotasik mengandung leusit terletak pada belakang busur pulau Jawa, hal ini berkaitan dengan kedalaman zona *Benioff* pada sumber magmanya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bellon, H, Maury, RC, Soeria-Atmadja, R, Polve, M, Pringgoprawiro, H and Priadi, B, 1989. Chronologie  $^{40}\text{K}$ - $^{40}\text{Ar}$  du vulcanisme tertiaire de Java Central (Indonésie): mise en évidence de deux épisodes distincts de magmatique d'arc, *C.R.Acad.Sci.Paris, t.309, Série II*: 1971-1977.
- Hamilton, W, 1979. Tectonic of the Indonesian Region, *Geol.Survey Prof. paper 1078*, US Gov. Printing office, Washington: 345p.
- Hutchison, S C 1981, Review of the Indonesian volcanic arc. The Geology and tectonics of Eastern Indonesia Eds. A J Barber and Wiryojono, S, New York, GRDC, Spec. Publ. No. 2. 65 - 80.
- Hutchison, C S 1982. Indonesia. Andesite: Orogenic Andesites and related rocks, Edited by : Thorpe, R S, New York, John Wiley & Son. 207-224.
- Maury, R C, Soeria-Atmadja, R, Bellon, H, Joron, J L, Yuwono, Y S, et Suparka, E, 1987, Nouvelles données géologiques et chronologiques sur les deux associations magmatiques du volcans Muria (Java, Indonésie), *C.R.Acad.Sci. Paris, t.304, série2*, no. 4: 175 -180.
- Nicholls, I A, Whitford, D J, Harris, K L, and Taylor, S R, 1980. Variation in the geochemistry of mantle sources for tholeiitic and calc-alkaline mafic magmas, Western Sunda volcanic arc, Indonesia, *Chemical Geology*, 30: 117 - 200.
- Peccerillo, A, & Taylor, SR, 1976. Geochemistry of eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area Northern Turkey, *Contrib.Mineral.Petrol.*, 58: 63-81.
- Soeria-Atmadja, R, Maury, RC, Bellon, H, Yuwono, YS, and Cotten, J, 1988. Remarques sur la répartition du vulcanisme potassique quaternaire de Java (Indonésie), *CR.Acad.Sci.Paris, t.307, Série II*: 635-641.
- Soeria-Atmadja, R, Maury, R C, Bellon, H, Pringgoprawiro, H, Polvé, M, and Priadi, B, 1991. The Tertiary Magmatic Belt in Java, *The Proceeding of the Silver Jubiles Symposium On the Dynamics of Subduction and Its Products*, Yogyakarta: 98-121.
- Sukendar Asikin, 1974. Evolusi geologi Jawa Tengah dan sekitarnya ditinjau dari segi tektonik dunia yang baru, *Disertasi*, Institut Teknologi Bandung.
- Suparka, M E, 1988. Studi petrologi dan pola kimia kompleks ofiolit Karangsambung utara, Luh Ulo, Jawa Tengah, *Disertasi*, Institut Teknologi Bandung.
- Suroso, S, Achmad Rodhi, Sutanto, 1986. Usulan Penyesuaian Tata nama Litostratigrafi, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, *PIT IAGI XV*, Yogyakarta.
- Sutanto, 1993. Evolutions géochimiques et géochronologiques du magmatisme tertiaire de Java (Indonésie) - *Rapport de Stage de DEA*, Université de Bretagne Occidentale, 76 p.
- Sutanto, Soeria-Atmadja, R, Maury, R C, Bellon, H, 1994. Geochronology of Tertiary Volcanism in Java, *Proceeding Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa*, 53 - 56, Yogyakarta.
- Sutanto, 1997. Evolution temporelle du magmatisme d'arc insulaire: Géochronologie, pétrologie et géochimie des magmatismes mésozoïques et cénozoïques de Sumatra (Indonésie), These Doctorat, Université de Bretagne Occidentale.
- Van Bemmelen, R W 1949. The Geology of Indonesia. Govt. Printing Office, The Hague, vol. I A, 732 p.
- Van Bergen, M.J., Vroom, P.Z., Varekamp, J.C., and Pooter, R.P.E, 1991. Subduction of continental material; a review of evidence from the geochemistry of volcanic products, *The Proceeding of the Silver Jubiles Symposium On the Dynamics of Subduction and Its Products*, Yogyakarta: 40-45.
- Whitford, D J, and Jezek, P A, 1982. Isotopic constraints on the role of subducted sialic material in Indonesian island-arc magmatism, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 93: 504 - 513.