

Vulkanisme kompleks Gunung Patiayam di Kecamatan Jekulo, Kabupaten Kudus, Provinsi Jawa Tengah

S. MULYANINGSIH¹, S. BRONTO², ARI KUSNAEDI², I. SIMON¹, dan I. W. PRASETYANTO¹

¹Teknik Geologi IST AKPRIND, Jl. Kalisahak No. 28 Yogyakarta

² Pusat Survei Geologi, Jl. Diponegoro No. 57 Bandung

SARI

Kompleks Gunung Patiayam diinterpretasikan oleh peneliti-peneliti terdahulu sebagai “Kubah Patiayam”. Hal itu karena kedudukan perlapisan batuan yang miring ke segala arah mengikuti arah umum kemiringan lerengnya. Hasil penelitian di lapangan menjumpai bahwa litologi yang menyusun kompleks Gunung Patiayam didominasi oleh batuan asal gunung api. Puncak kompleks tersebut tersusun oleh batuan beku basal piroksen kaya leusit yang berasosiasi dengan breksi autoklastika dan perlapisan breksi dengan fragmen basal piroksen, breksi pumis, dan tuf. Bagian lereng tersusun oleh breksi pumis dan tuf batuan piroklastika, serta breksi dengan fragmen litik dan pumis endapan epiklastika (lahar) dan batupasir tufan (epiklastika). Beberapa lembah sungai, seperti hulu Sungai Pontang, secara lokal tersusun oleh breksi piroklastika, breksi autoklastika dan breksi pumis yang ditindih secara tidak selaras oleh perlapisan batugamping napalan dan lempung hitam endapan rawa. Dari komposisi batuan tersebut, maka proses geologi kompleks Gunung Patiayam lebih didominasi oleh aktivitas gunung api daripada aktivitas sedimenter.

Komposisi mineral batuan gunung api di Gunung Patiayam cenderung lebih mirip dengan batuan gunung api di Gunung Lasem daripada di Gunung Muria, yaitu absarokit, sosit, dan trakiandesit. Namun, mengingat jaraknya yang sangat jauh, yaitu sekitar 60 km, maka batuan gunung api tersebut tidak mungkin merupakan bagian dari hasil aktivitas Gunung Lasem. Batuan gunung api di Gunung Patiayam adalah hasil aktivitas vulkanisme Gunung Patiayam sendiri, jadi kompleks Gunung Patiayam adalah gunung api purba. Hal itu didukung oleh hasil pengamatan citra *landsat* yang menunjukkan adanya bentuk-bentuk depresi menyerupai morfologi cincin kaldera. Di wilayah ini terdapat empat bentuk depresi melingkar cincin kaldera, yang selanjutnya disebut *Rim 1*, *Rim 2*, *Rim 3*, dan *Rim 4* yang masing-masing saling berpotongan.

Kata kunci: Gunung Patiayam, vulkanisme, endapan gunung api, piroklastika, basal piroksen, cincin kaldera

ABSTRACT

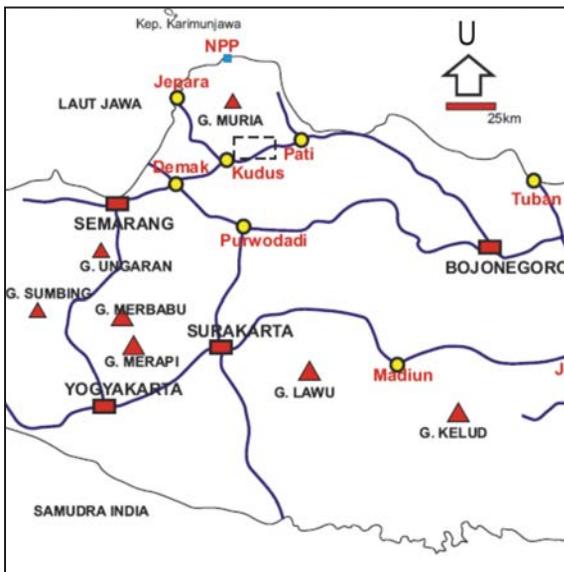
The Mount Patiayam Complex was interpreted by previous researchers as “Patiayam Dome”. That was reasoned by dips following its slope directions. Field data record that lithology of the complex of Mount Patiayam is dominated by volcanic rocks. The summit of the complex is composed of igneous rocks of pyroxene basalt rich in leucite minerals, associated with autoclastic breccia and beds of volcanic breccia rich in pyroxene basalt and pumice, pumiceous breccia, and tuff. Its flanks are composed of epiclastic rocks of lahar and fluvial deposits. Some river valleys, such as Pontang River, locally consist of pyroclastic breccia, autoclastic breccia and pumiceous breccia, that are overlain by marly limestone and black clay of swampy deposits. Based on the rock composition, the volcanism had more dominated geological processes compared with sedimentary.

Mineral composition of volcanic deposits of the Mount Patiayam is closer to Mount Lasem volcanic rocks than Mount Muria, i.e. absarockites, shoshonites and trachyandesite. But, based on the long distance between Patiayam and Lasem, about 60 km, those volcanic rocks could not be produced by Mount Lasem. The Patiayam volcanic deposits were produced by its own volcanic activities. Therefore, the complex of Mount Patiayam is a paleo-volcano. The interpretation is also supported by the landsat imagery, showing depression-shapes in a caldera ring-like. There are four caldera features called as Rim 1, Rim 2, Rim 3, and Rim 4, which crosses each others.

Keywords: Mount Patiayam, volcanism, volcanic deposits, pyroclastics, pyroxene basalt, ring-like caldera

PENDAHULUAN

Daerah Patiayam terletak sekitar 20 km di sebelah timur Kota Kudus (Gambar 1). Kompleks perbukitan ini terdiri atas beberapa bukit kecil dengan ketinggian 200 hingga 350 m di atas permukaan laut (dpl). Para peneliti terdahulu, seperti Sartono dkk. (1978), Zaim (1989, 2006), dan Suwarti dan Wikarno (1992) menyebutnya sebagai kubah (*dome*). Puncak tertinggi kompleks Gunung Patiayam terletak di Bukit Payaman pada ketinggian 350 m dpl. Menurut mereka, kubah tersebut terbentuk pada Plistosen (0,5 - 0,9 juta tahun lalu) (jtl.). Zaim (1989) menyebutkan bahwa kegiatan gunung api juga pernah berlangsung di kompleks Gunung Patiayam, yaitu pada 2 - 0,5 jtl., bersamaan dengan kegiatan vulkanisme Gunung Muria. Jadi, pembentukan kubah Patiayam berada pada kisaran waktu dengan kegiatan vulkanisme di kompleks perbukitan ini.



Gambar 1. Lokasi dan kesampaian daerah Gunung Patiayam (tanpa skala; daerah penelitian dalam kotak putus-putus).

Data di lapangan menunjukkan bahwa litologi Gunung Patiayam tersusun oleh batuan beku lava dan intrusi basal piroksen yang kaya akan mineral leusit, breksi gunung api (piroklastika dan lahar), batupasir tuf dan breksi batupung (endapan piroklastika), napal dan batugamping, serta lempung hitam endapan rawa. Batuan gunung api tersebut mendominasi daerah penelitian dengan sebaran lebih dari 80%

daerah penelitian. Sebaran napal dan batugamping terbatas pada lembah Sungai Pontang di kaki Gunung Cangkruman dan Payaman, menindih secara tidak selaras breksi piroklastika dengan fragmen bom basal piroksen dan tuf lapili. Sebaran endapan lempung hitam (kaya moluska asal darat) terbatas di atas endapan karbonatan tersebut yang selanjutnya makin ke utara langsung menindih breksi autoklastika basal piroksen. Ditinjau dari sebarannya, diduga endapan karbonatan dan lempung hitam mengisi lembah, yang paleogeomorfologinya dibentuk oleh batuan gunung api asal Patiayam sendiri. Hal itu ditunjukkan oleh singkapan breksi autoklastika yang ditindih oleh lempung hitam tersebut. Fragmen dan matriks breksi autoklastika sama-sama tersusun oleh hasil pembekuan magma (aliran lava) yang sangat cepat sehingga permukaannya terbreksikan.

Hipotesis penelitian adalah kompleks Gunung Patiayam bukan sekedar kubah saja, tetapi sebagai kompleks gunung api. Pembentukan kubah (umur 0,9 - 0,5 jtl.?) yang berada pada lingkup kegiatan vulkanisme pada 2 - 0,5 jtl., mengindikasinya sebagai bagian dari suatu sistem vulkanisme. Komposisi litologi yang terdiri atas batuan asal gunung api, didukung oleh kemiringan lapisan batuan yang ke segala arah dengan mengikuti kemiringan lerengnya, menandakan bahwa batuan tersebut dihasilkan oleh erupsi gunung api yang bersumber dari satu titik.

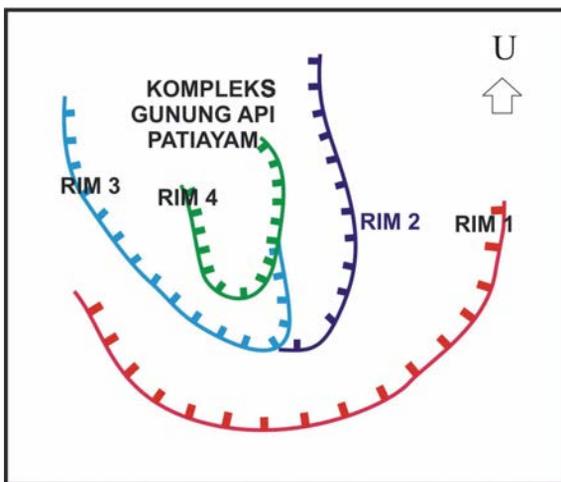
Makalah ini mengulas tentang keberadaan fosil gunung api di daerah Patiayam, dengan berasumsi bahwa batuan gunung api hanya dapat dihasilkan oleh aktivitas gunung api, dengan sebaran tertentu di sekitar tubuh gunung api saja. Penelitian geologi telah dilakukan dengan pendekatan studi stratigrafi dan petrologi batuan gunung api. Tujuan penelitian adalah mengetahui keterkaitan antara geomorfologi kubah Gunung Patiayam dan susunan batuanannya, serta proses geologi yang mempengaruhinya.

TATAAN GEOLOGI GUNUNG PATIAYAM

Kompleks Gunung Patiayam secara fisiografis berada pada kelompok Semenanjung Muria, bersama-sama dengan kompleks Gunung Genuk, Gunung Muria, dan beberapa *maar* di sekitar Gunung Muria, seperti *Maar Bambang*, *Maar Gunungrowo*, dan *Maar Gembong*.

Dari interpretasi citra *landsat*, diketahui bahwa

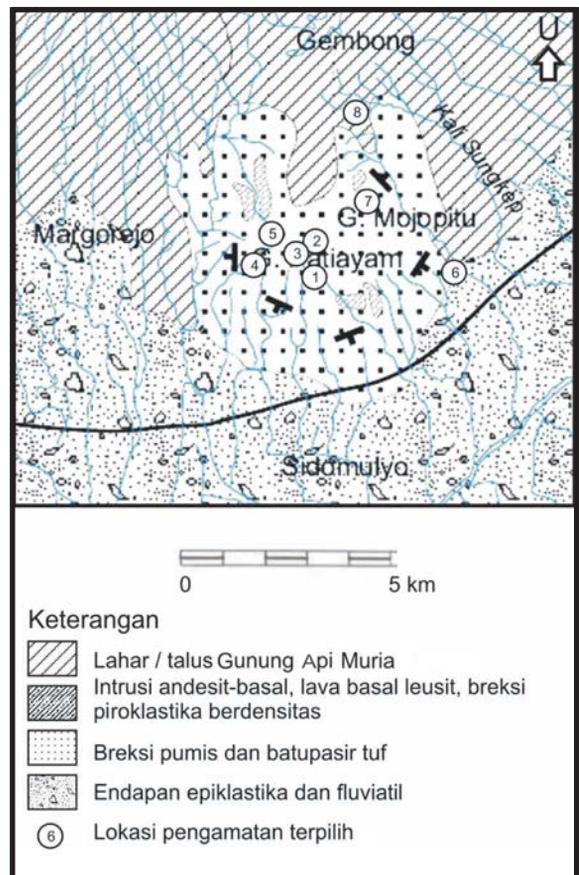
geomorfologi Gunung Patiayam berupa kubah dengan tingkat erosi sedang sampai lanjut. Di dalam kompleks terdapat bentukan-bentukan melingkar menyerupai cincin kawah gunung api (*rim*) yang secara relatif membuka ke utara (N 30° - 0° E) (Gambar 2). Di kompleks ini setidaknya terdapat empat *rim* dengan diameter yang bervariasi. *Rim* terluar (*Rim* 1) adalah *rim* tertua yang bagian sayap barat dan timurnya tererosi. Hampir setengah dari bagian barat *Rim* 2 runtuh dan tertutup oleh *Rim* 3, begitu pula sebagian sisi timur *Rim* 3 runtuh tertutup oleh *Rim* 4. Proses tektonika yang mempengaruhi pembentukan depresi-depresi melingkar tersebut adalah aktivitas gunung api, yang diduga memiliki kesamaan fase tektonisme dengan pembentukan Gunung Lasem dan Gunung Genuk, yaitu Pliosen Akhir - Plistosen (2 - 0,5 jtl.; Zaim, 1989).



Gambar 2. Perkembangan kompleks Gunung Api purba Patiayam berdasarkan interpretasi citra *landsat* (tanpa skala).

Berdasarkan data geologi regional Lembar Kudus (Suwarti dan Wikarno, 1992), batuan tertua yang tersingkap di daerah Semenanjung Muria adalah Formasi Bulu. Formasi Bulu tersusun oleh batugamping nonklastika kaya fosil *Pelecypoda*. Batuan ini tersingkap dengan baik di puncak Gunung Muria, diterobos oleh intrusi gang di hulu Sungai Gelis, Desa Semliro. Di daerah Patiayam, Formasi Bulu tersebut terdiri atas batuan sedimen silisiklastika halus, yaitu batulempung dan batupasir karbonatan, dan batugamping berumur Mio-Pliosen, yang tersingkap di dasar lembah Sungai Pontang

(Suwarti dan Wikarno, 1992). Di atas Formasi Bulu secara berturut-turut terdapat Formasi Ujungwatu, batuan gunung api Gunung Genuk Muda, dan batuan gunung api Gunung Muria. Formasi Ujungwatu didominasi oleh batuan klastika gunung api kaya batupasir, seperti tuf batupasir, lapili batupasir, dan breksi batupasir. Beberapa batupasir tuf dan breksi batupasir di antaranya ada yang bersifat karbonatan. Formasi Ujungwatu ini mendominasi komposisi litologi di daerah Gunung Patiayam, sehingga oleh beberapa peneliti yang lain juga disebut sebagai Formasi Patiayam (Sartono drr., 1978; Suwarti dan Wikarno, 1992). Komposisi litologi Formasi Patiayam adalah batupasir tuf dan breksi batupasir, dengan kedudukan perlapisan bervariasi (Gambar 3), dan ditafsirkan oleh peneliti-peneliti terdahulu sebagai batuan klastika (Suwarti dan Wikarno, 1992). Hal itulah yang digunakan sebagai dasar interpretasi oleh peneliti-peneliti sebelumnya,



Gambar 3. Peta geologi Gunung Patiayam.

sehingga Gunung Patiayam disebut sebagai kubah (Sartono dr., 1978; Zaim, 1989, 1998, 2006).

Secara stratigrafis, Zaim (2006) membagi litologi Gunung Patiayam ke dalam enam formasi. Ke enam formasi tersebut dari tua ke muda adalah batulempung kebiruan Formasi Jambe berumur Pliosen, Formasi Kancilan (Plistosen Awal), Formasi Slumprit (Plistosen Awal-Tengah), Formasi Kedungmojo, Formasi Sukobubuk (Plistosen Akhir), dan endapan teras (Holosen). Sartono dr. (1978) dan Zaim (1989, 2006) menyebutkan ada dua periode lingkungan pengendapan di daerah Patiayam, yaitu Formasi Jambe pada lingkungan laut dangkal dan empat formasi yang lebih muda lainnya pada lingkungan darat. Lebih jauh lagi, mereka menyebutkan bahwa bagian bawah Formasi Kancilan adalah awal dari perubahan lingkungan tersebut, yang menghasilkan batuan sasonitik berumur Plistosen Awal. Di atas Formasi Kancilan adalah Formasi Slumprit, yang terdiri atas sedimen fluvium sungai teranyam dan delta. Pada Formasi Slumprit ini terdapat fosil vertebrata dan hominid. Di atas Formasi Slumprit adalah Formasi Kedungmojo yang terdiri atas endapan fluvial sungai berkelok dan endapan gosong pasir. Di atas Formasi Kedungmojo adalah Formasi Sukobubuk yang tersusun oleh material vulkanik Gunung Muria.

HASIL PENELITIAN

Penelitian geologi telah dilakukan di daerah Patiayam. Hasil studi menjumpai adanya singkapan batuan gunung api berupa material klastika (fragmental), batuan beku (lava), serta batuan sedimen, yaitu batuan karbonatan dan lempung hitam. Hubungan satuan batuan asal gunung api dan satuan batuan sedimen tersebut adalah tidak selaras. Secara umum, batuan yang mendominasi wilayah ini adalah batuan asal gunung api fragmental (klastika).

Secara rinci, daerah penelitian dari bagian selatan hingga tenggara tersusun oleh tuf, tuf batuapung dan breksi batuapung dengan fragmen lapili dan skoria (litik) basal-andesitik. Kebanyakan fragmen litik dalam tuf lapili membundar sedikit terabrasi karena faktor resedimentasi, namun karena berasosiasi dengan pumis (lapili) maka diinterpretasikan sebagai batuan piroklastika yang telah bercampur dengan epiklastika. Kalaupun batuan tersebut epiklastika

seluruhnya, maka masih sangat dekat dengan sumbernya. Secara umum, perlapisan batuan tersebut berstruktur silang-siur skala sedang sampai besar, laminasi dan beberapa berstruktur gelembur. Kolom stratigrafi yang diukur di daerah Terban-Kancilan (Gambar 4) menjumpai dua sekuen pengendapan, yang masing-masing dibatasi oleh paleosol. Penelitian di lapangan menjumpai pecahan fosil tulang dan gigi di dalam satuan batuan tersebut (Gambar 5), namun belum dapat diketahui jenis tulang dan nama spesiesnya. Tuf lapili dan tuf abu-abu kekuningan berstruktur berlapis sampai laminasi diinterpretasikan sebagai endapan epiklastika. Breksi tuf dengan fragmen lapili dan skoria basal piroksen, berstruktur silangsiur dan gelembur diinterpretasikan sebagai endapan epiklastika bercampur dengan piroklastika, atau epiklastika yang masih sangat dekat dengan sumbernya. Zaim (1989) memasukkan satuan batuan ini ke dalam Formasi Slumprit. Menurutnya, dalam satuan batuan ini banyak dijumpai fosil vertebrata dan hominid berumur Plistosen Awal sampai Akhir.

Fragmen pumis dan tuf yang hadir bersamasama dengan fragmen pecahan batuan (litik) dan skoria (bom berukuran halus) dalam satuan batuan ini, secara primer dapat diinterpretasikan berasal dari erupsi eksplosif yang mungkin disertai dengan pembentukan kawah baru. Pumis adalah fragmentasi magma kaya busa, sedangkan fragmen litik/skoria adalah material *accidental* (penyusun tubuh gunung api) yang ikut terlontarkan saat erupsi berlangsung. Karena komposisinya terdiri atas tuf dengan beberapa fragmen lapili, serta beberapa endapan epiklastika, maka lingkungan pengendapannya merupakan fasies *medial* hingga *distal*. Dalam satu penampang di Kancilan hingga Terban juga dapat diinterpretasikan bahwa aktivitas gunung api tersebut berlangsung pada lingkungan darat.

Di bagian barat hingga barat daya daerah penelitian, yaitu di Gunung Patiayam bagian barat – barat daya, dijumpai singkapan batuan gunung api. Bagian bawah tersusun oleh breksi gunung api (fluvio-vulkanik) dan batupasir tuf yang permukaannya lapuk membentuk lapisan *soil*. *Soil* tersebut selanjutnya tertimbun oleh lapisan lempung argilaseus warna abu-abu kehijauan setebal ~40 cm. Di atas lempung kehijauan adalah endapan tuf abu-abu terang yang telah lapuk, dan secara tidak menerus menindih di atasnya adalah lava, breksi autoklastika,

Tebal (cm)	Simbol	Pemerian
60		Batupasir tuf abu-abu terang berlapis @ 5-10 cm, lapuk.
40		Batupasir tuf abu2 kecoklatan, lapuk, bagian atas dibatasi soil tipis.
250		Breksi dengan fragmen lapili dan litik abu-abu kecoklatan agak kekuningan, silang-siur, pilahan sedang, kemas terbuka, bentuk butir litik menyudut dan lapili membulat tanggung
15		Pasir halus coklat gelap oksidasi lanjut, laminasi
120		Breksi dengan fragmen litik lebih banyak dari lapilli, abu-abu kecoklatan, lapuk, silang-siur planar, pilahan jelek-sedang, kemas terbuka, uk. butir 2-5 cm, bentuk butir menyudut tgg.
55		Batupasir tuf abu-abu kekuningan-kecoklatan laminasi, mengandung fragmen litik dan lapili (jarang), terdapat fosil gigi.
60		Breksi abu-abu kecoklatan, lapuk, fragmen skoria basal diameter 2-10 cm, sortasi jelek, kemas terbuka fragmen teroksidasi, permukaan lapuk menjadi soil
200		Pasir tuf abu-abu kekuningan lapuk, silang-siur, laminasi planar dijumpai lubang-lubang jejak binatang
> 250		Tuf batuapung warna abu-abu kecoklatan, silang-siur pilahan sedang, mengandung fragmen lapili dan skoria diameter 3-10 cm, tidak menerus, tetapi di 20 m ke arah kanan dijumpai hingga ketebalan >250 cm, dan terdapat pecahan fosil tulang.
> 200		Batupasir tuf abu-abu terang agak kekuningan, mengandung fragmen lapilli (sangat jarang), berlapis @ 20-30 cm.
> 200		Batupasir tuf dengan fragmen skoria dan lapili abu-abu kekuningan agak pink, laminasi- laminasi silang lapuk
10		Batupasir berukuran sangat halus-lanau, tufan, laminasi, penyebarannya sangat luas
35		Paleosol warna coklat kehitaman, sangat plastis
50		Batupasir tuf abu-abu kekuningan, lapuk
50		Batupasir tuf abu-abu kekuningan, lapuk, laminasi silang, ukuran butir pasir sedang-kasar dengan sedikit fragmen lapilli

Gambar 4. Kolom stratigrafi di Desa Terban hingga Kancilan; litologi didominasi oleh beberapa sekuen endapan piroklastika.



Gambar 5. Tuf lapuk berlapis dengan fosil pecahan gigi diinterpretasikan sebagai batuan epiklastika tersingkap di daerah Kancilan; belum diketahui jenis gigitanya dan spesies binatangnya.

breksi piroklastika, batupasir tuf (endapan jatuhan dan serukan piroklastika), lempung hitam kaya akan tuf, dan fosil moluska campuran asal darat dan laut endapan rawa, serta napal, kaya akan moluska asal laut (dominan) dan asal darat (sangat jarang). Gambar 6 menyajikan komposisi stratigrafi di daerah kaki Gunung Cangkraman.

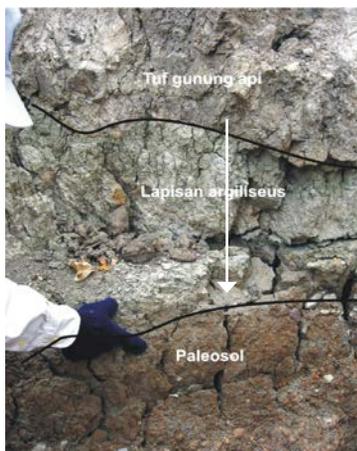
Secara lebih rinci, batuan gunung api yang menyusun daerah penelitian tersebut sesuai lokasi pengamatannya adalah:

1. Di lereng timur Gunung Patiayam dijumpai singkapan lapisan lempung argiliseus setebal 20 - 25 cm dan tuf abu-abu kemerahan setebal 35 - 40 cm yang menumpang di atas lapisan paleosol (Gambar 7). Lempung argilaseus tersebut diinterpretasikan dibentuk oleh larutan hidro-termal akibat aktivitas magmatisme yang menyentuh tubuh

Tebal (cm)	Simbol	Pemerian
70		Lempung hitam kaya organik endapan rawa-rawa.
20		Napal sangat kaya cangkang moluska asal darat dan laut.
300		Lanau-napal-batugamping abu-abu, berlapis 5 cm, tdpt. cangkang moluska dan fosil mikro asal laut, setempat terkekarkan.
10		Pasir coklat gelap oksidasi lanjut
120		Lanau-napal-batugamping abu-abu, berlapis 5 cm, tdpt. cangkang moluska dan fosil mikro asal laut, setempat terkekarkan.
80		Napal abu-abu keunguan, laminasi-berlapis 5-15 cm, tdpt. cangkang moluska asal laut.
200		Breksi piroklastika abu-abu gelap, fragmen bom basal diam. 10-130 cm, pilahan jelek, struktur kerak roti dengan pecahan radial. Fragmen teroksidasi, permukaan lapuk menjadi soil
> 150		Tuf batuapung warna abu-abu kecoklatan, pilahan sedang, mengandung fragmen lapilli dan bom diameter 3-10 cm
> 200		Breksi piroklastika abu-abu gelap, fragmen bom basal diam. 10-130 cm, pilahan jelek, struktur kerak roti dengan pecahan radial.
> 200		Lava basal leusit warna abu-abu gelap, masif, porfiritik dengan fenokris leusit dan piroksen, dijumpai secara lokal, tebal: belum diketahui
40		Lumpur warna kehijauan
35		Paleosol warna abu-abu kecoklatan

Intrusi gang berupa basal pada batuan gunung api dan menerobos paleosol (batuan tertu di daerah ini). Basal warna abu-abu gelap, struktur masif, tekstur porfiro-afanitik, fenokris leusit dan piroksen yang tertanam dalam massa dasar gelas

Gambar 6. Kolom stratigrafi daerah Patiayam di kaki Gunung Cangkruman hingga Sungai Pontang.



Gambar 7. Lempung argilaseus warna kehijauan dan tuf gunung api yang menumpang di atas lapisan paleosol warna coklat di Gunung Payaman.

air tanah, sehingga lapisan dengan air tanah tersebut teralterasi. Tuf di atas lapisan argilaseus juga mengalami sedikit alterasi. Paleosol berasal dari pelapukan batuan gunung api; di dalamnya terkandung fragmen-fragmen granul litik dan pumis. Sekitar empat meter ke utara dari paleosol tersingkap breksi piroklastika dengan fragmen blok yang berbentuk sangat menyudut tertanam dalam matriks tuf. Secara stratigrafis, breksi piroklastika berada di bawah dan/ paralel dengan paleosol. Proses pelapukan yang menghasilkan paleosol, proses alterasi yang menghasilkan lempung argilaseus dan tuf gunung api tersebut diinterpretasikan sebagai fase istirahat aktivitas gunung api di wilayah ini.

2. Di atas lempung argilaseus (butir 1) secara stra-

tigrafis tersingkap lava, yang ditunjukkan oleh hadirnya bongkah-bongkah lava berukuran 0,5 - 3m di permukaan. Tubuh lava tersebut makin ke bawah makin masif. Secara megaskopis, batuan ini dicirikan oleh warna abu-abu gelap, kondisi lapuk-segar, berstruktur masif-vesikuler, dan beberapa di antaranya terdapat kekar konsentris (Gambar 8). Hal itu mengindikasikan bahwa batuan tersebut membeku di permukaan dengan cepat. Di samping itu, bukit ini memiliki arah penyirapan dengan Gunung Patiayam pada arah barat daya - timur laut, yang selanjutnya diinterpretasikan sebagai arah aliran lava dari pusat erupsinya.

Contoh P.1 yang diambil dari bongkahan lava



Gambar 8. Singkapan lava, tempat pengambilan percontoh No. 06/MR/30 di lereng tenggara Gunung Payaman, kompleks Gunung Patiayam.

di lereng timur Gunung Payaman, secara petrologis dicirikan oleh warna abu-abu gelap, porfiritik halus, fenokris piroksen (~15 - 20%, Ø 1 - 2 mm) dan felspatoid (leusit ~20 - 25%, Ø 1 - 5 mm) yang tertanam dalam massa dasar afanitik, nama batuan basal piroksen. Contoh P.2 yang diambil dari salah satu fragmen bom gunung api di lereng barat Gunung Payaman dicirikan oleh warna abu-abu gelap, vesikuler, porfiritik sedang, fenokris piroksen (~15 - 20%, Ø 1 - 4 mm) dan felspatoid (leusit ~15 - 20%, Ø 5 - 15 mm)), tertanam dalam massa dasar afanitik; basal piroksen. Analisis geokimia terhadap percontoh lava menunjukkan sifat batuan potasik (seri K) dengan kandungan kalium yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan batuan

Gunung Muria (Tabel 1). Komposisi geokimia tersebut menandakan bahwa batuan gunung api Patiayam tersebut bukan berasal dari Gunung Muria. Berdasarkan data mineralogi hasil analisis geokimia batuan di daerah Kancilan dan Jambe (Zaim, 1989) dijumpai adanya seri batuan ab-sarokit (sangat kaya kalium), sositik, tefrit ultrapotasik, dan trakiandesit alkalin potasik. Secara deskriptif diketahui, bahwa semua jenis batuan tersebut adalah tipe batuan hasil aktivitas gunung api. Didasarkan atas persentase kandungan K_2O/SiO_2 , lebih jauh lagi Zaim berpendapat bahwa batu-batuan tersebut termasuk ke dalam kelompok absorikit dan sositik. Artinya, batu-batuan tersebut memiliki kesamaan dengan batuan Gunung Lasem.

Tabel 1. Hasil Analisis Geokimia Bongkah Lava di Gunung Patiayam

Oksida (oxides)	% (amount)	Elemen (elements)	Sd
SiO ₂	51,4124	Si	0,0920
Al ₂ O ₃	17,4757	Al	0,0160
Fe ₂ O ₃	10,1164	Fe	0,0020
CaO	8,5955	Ca	0,0000
MgO	3,3700	Mg	0,0140
K ₂ O	3,0865	K	0,0090
Na ₂ O	2,8937	Na	0,0940
TiO ₂	0,6910	Ti	0,0010
P ₂ O ₅	0,4590	P	0,0050
MnO	0,1730	Mn	0,0000
<i>Lol</i>	1,6120		
Total	99,8852		

- Sekitar 30 - 50 m ke arah barat daya dari lokasi bongkah lava tersingkap batuan intrusi gang, yang juga tersusun oleh basal piroksen kaya leusit. Tubuh batuan intrusi ini di permukaan dicirikan oleh morfologi yang melingkar di puncak bukit, dengan posisi yang lebih tinggi dari wilayah di sekitarnya. Berjalan ke arah barat laut sekitar 150 m dari posisi intrusi gang, tersingkap breksi autoklastika yang juga berasosiasi dengan lava basal piroksen kaya mineral leusit. Breksi autoklastika tersebut dicirikan oleh tebal singkapan 2,5 m dan panjang singkapan sekitar 6 m; fragmen berukuran 5 - 10 cm yang tertanam dalam matriks batuan beku. Secara gradasi, ke

arah barat laut sekitar 5 m, breksi autoklastika tersebut berubah menjadi lava dengan struktur skoria-vesikuler di permukaan. Lava dicirikan oleh warna abu-abu gelap agak kemerahan (karena teroksidasi), struktur skoria-vesikuler, porfiritik sedang-halus (makin ke dalam makin porfiritik halus dan makin masif), tersusun oleh fenokris leusit (~15%) dan piroksen (~10%) tertanam dalam massa dasar afanitik.

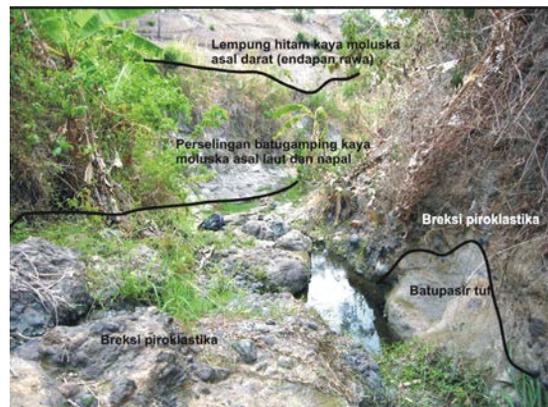
4. Di lereng barat - barat daya, sekitar 200 - 500 m dari lokasi breksi autoklastika pada lembah Sungai Pontang, tersingkap perlapisan breksi piroklastika dan breksi lapili dengan matriks tuf. Breksi piroklastika dicirikan oleh panjang singkapan 10 m, tebal 4 m, berwarna abu-abu kecoklatan sedikit teroksidasi, terdiri atas fragmen blok dan bom batuan beku berukuran kerikil - bongkah, bentuk butir menyudut - membulat tanggung, matriks pasir - granul, kemas terbuka, pemilahan buruk dan kondisinya segar - lapuk. Fragmen bom gunung api ini dicirikan oleh adanya retakan konsentris dan kerak roti, yang mencirikan adanya pembekuan yang sangat cepat (Gambar 9). Breksi lapili dicirikan oleh panjang singkapan 5 m dan tebal 0,5 m, berwarna putih kecoklatan, tersusun oleh fragmen bom dan blok batuan beku dan batuapung berukuran lapili - kerakal, bentuk butir menyudut - membulat tanggung, yang mengambang pada matriks tuf halus - kasar, pemilahan buruk, kemas terbuka.
5. Ke arah hulu Sungai Pontang, sekitar 50 m ke barat - barat laut, breksi piroklastika secara tidak



Gambar 9. Breksi piroklastika dengan fragmen bom yang memiliki struktur kerak roti dengan rekahan konsentris dan fragmen blok dengan bentuk butir menyudut.

selaras ditindih oleh batugamping (napal) dengan fosil moluska asal laut, panjang singkapan 10 m, tebal 8 m, berwarna putih keabu-abuan, struktur berlapis - laminasi, kondisi lapuk (Gambar 10). Di atas batugamping (napal?) hadir endapan lempung hitam tebal 70 cm yang mengandung fosil moluska asal darat.

6. Pada fasies yang lebih jauh, yaitu di daerah Jengglong, sisi timur daerah penelitian, tersingkap batuan epiklastika berupa batupasir yang mengandung tuf, batupasir dengan sedikit fragmen pumis dan skoria berukuran kerikil, konglomerat dan breksi epiklastika (lahar). Di lokasi ini setidaknya tersingkap empat sekuen batuan epiklastika tersebut, yang masing-masing dibatasi oleh lapisan tipis paleosol (Gambar 11). Pada beberapa lokasi juga tersingkap tuf berukuran sedang dengan sedikit fragmen pumis yang dapat diinterpretasikan sebagai batuan piroklastika fasies *distal*.
7. Makin ke arah barat, komposisi endapan epiklastika makin berkurang dan berganti dengan tuf dan breksi pumis yang diinterpretasikan sebagai batuan piroklastika. Ke arah barat laut, komposisi litologi didominasi oleh perlapisan breksi pumis dan tuf, yang makin ke arah hulu breksi pumis makin dominan. Pada lembah-lembah sungai tersingkap breksi piroklastika yang tersusun oleh fragmen andesit-basal kaya leusit. Di daerah Pulawang komposisi litologinya tersusun oleh perlapisan breksi pumis yang secara tiba-tiba berubah menjadi breksi autoklastika setebal 2 - 3



Gambar 10. Singkapan breksi piroklastika yang tertutup oleh napal kaya fosil dan endapan rawa di lereng Gunung Cangkraman.

Tebal (cm)	Simbol litologi	Keterangan
20		Top soil abu-abu kecoklatan
100		Tuf abu-abu kecoklatan, struktur laminasi - laminasi silang, secara umum berlapis @ 30 cm, berukuran halus
65		Konglomerat berlapis, abu-abu gelap, pilahan buruk, kemas terbuka, bentuk butir membundar tanggung - membundar, fragmen litik granul - kerakal andesit, matriks berukuran pasir: fluvial
50		Batupasir tuf abu-abu kecoklatan, laminasi, berukuran pasir sedang-kasar — endapan fluvium (lahar distal)
30		Breksi pumis, berlapis, kemas terbuka, pilahan sedang - baik, dengan fragmen litik pumis (dominan), andesit dan skoria: lahar distal
130		Batupasir tuf abu-abu kecoklatan, laminasi, berukuran pasir sedang-kasar — endapan fluvium (lahar distal)
45		Perselingan batupasir tuf abu-abu kecoklatan dan breksi pumis (@ 5-10 cm). Batupasir tuf sedang - kasar
30		Lempung coklat kehitaman 1 cm; endapan lumpur
30		Perselingan batupasir tuf abu-abu kecoklatan dan breksi pumis (@ 5-10 cm). Batupasir tuf sedang - kasar
30		Laminasi batupasir tuf, mengandung mineral piroksen
50		Silangsiur batupasir tuf abu-abu terang, mengandung sedikit fragmen litik dan mineral piroksen
8		Breksi pumis dengan sedikit fragmen skoria
16		Tuf halus laminasi-cross laminasi
15		Breksi pumis dengan sedikit fragmen skoria
80		Tuf abu-abu kekuningan, laminasi, mengandung fragmen mineral dan berukuran tuf sedang
50		Tuf abu-abu kekuningan, laminasi, mengandung fragmen mineral dan berukuran tuf sedang - kasar, sortasi buruk
114		Breksi pumis dengan sedikit fragmen skoria @ 10 cm berselingan dengan tuf tipis @ 1-2 cm. Breksi tersusun atas fragmen pumis dan litik skoria, pilahan buruk — lahar distal
10		Lapisan tipis paleosol
40		Tuf abu-abu kecoklatan, laminasi, mengandung fragmen mineral dan berukuran tuf sedang - kasar, pilahan buruk
20		Tuf dengan fragmen pumis dan litik, abu-abu kecoklatan, laminasi, pilahan sedang
30		Breksi dengan fragmen litik tertanam dalam matrik tuf
40		Tuf lapili abu-abu terang, berlapis @ 5-10cm, pilahan sedang, kemas tertutup
37		Tuf abu-abu kehijauan, laminasi, berukuran halus - sedang setempat dijumpai fragmen lapili
30		Tuf halus abu-abu terang, laminasi
10		Tuf sangat halus abu-abu terang, struktur <i>antidune</i>
10		Lapisan tipis paleosol
18		Tuf halus abu-abu gelap, laminasi - <i>antidune</i>
40		Tuf halus abu-abu terang, laminasi - laminasi silang
80		Tuf kasar-lapili, abu-abu terang, laminasi - laminasi silang
20		Lapisan paleosol
47		Tuf kasar - lapili, abu-abu terang, laminasi - laminasi silang
50		Tuf sedang - kasar, abu-abu terang, laminasi - laminasi silang

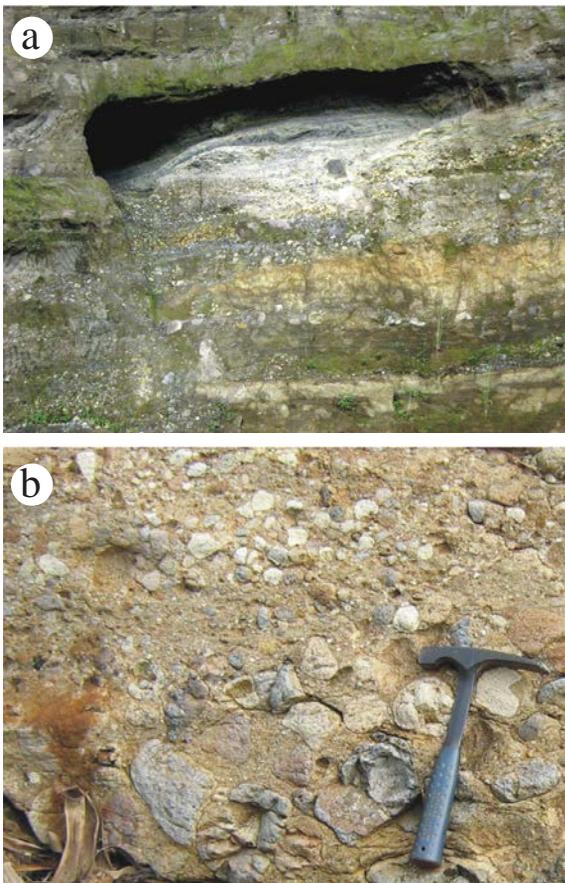
Gambar 11. Kolom stratigrafi daerah Jengglong, sisi tenggara daerah penelitian.

m. Sepanjang Pulawang hingga Jambe dijumpai sesar-sesar normal berdimensi minor yang sering berasosiasi dengan antiklin yang juga berdimensi

minor. Sesar-sesar dan antiklin tersebut terutama mendeformasi lava dan breksi piroklastika. Kedudukan umum sesar di lokasi ini adalah N

300 - 315° E. Zaim (1989; 2006) memasukkan breksi gunung api dan lava tersebut ke dalam Formasi Kancilan; tuf argiliseus dan batuan karbonatan kaya fosil moluska ke dalam Formasi Jambe; dan tuf pumis-breksi pumis ke dalam Formasi Kedungmojo.

8. Batuan yang tersingkap di bagian utara (daerah Sukobubuk dan sekitarnya) tersusun oleh endapan pasir lepas (fluviatil; Gambar 12a) dan konglomerat/breksi dengan fragmen litik andesit piroksen dan basal dengan bentuk butir membundar (Gambar 12b). Batuan ini tersusun oleh breksi, konglomerat, batupasir tufan sedikit terkompaksi, dan pasir sangat lepas. Breksi dicirikan oleh struktur masif sampai gradasi, sortasi bervariasi dari jelek, sedang sampai baik,



Gambar 12. Singkapan Formasi Sukobubuk yang diinterpretasikan sebagai Kipas Gunung Api Muria. (a) Pasir lepas silang-siur, endapan fluviatil, tebal >7 m, (b) Breksi-konglomerat, epiklastika, endapan sungai, tebal > 5 m.

kemas terbuka sampai tertutup, bentuk butir menyudut sampai membundar dan tersusun oleh fragmen andesit piroksen kaya leusit berwarna abu-abu terang sampai abu-abu kemerahan. Batupasir tufan dicirikan oleh warna abu-abu kecoklatan, struktur berlapis, silangsiur dan laminasi silang sedikit tersemenkan agak padat, dan sedikit mengandung fragmen granul. Terdapat batupasir tufan berselingan dengan breksi dan ketebalannya bervariasi dari 3 - 6 m. Kedua batuan tersebut diinterpretasikan sebagai lahar; breksi lahar diendapkan dengan mekanisme energi tinggi dan batupasir tufan diendapkan dengan mekanisme energi rendah. Endapan pasir lepas dicirikan oleh struktur berlapis, silangsiur, laminasi dan laminasi silang, lepas-lepas dan sortasinya sedang - baik. Endapan pasir lepas diinterpretasikan sebagai endapan fluviatil, dengan penyebaran berada pada daerah-daerah sekitar lembah sungai. Jadi, batuan penyusun Formasi Sukobubuk tersebut lebih menyerupai endapan epiklastika atau talus gunung api. Endapan-endapan tersebut adalah hasil sedimentasi material fluviovolkanik kipas Gunung Api Muria. Litologinya dicirikan oleh perlapisan dan silangsiur - laminasi pasir lepas abu-abu kehitaman yang mengandung beberapa fragmen kerikil (terabrasi); pasir-kerikil agak kompak berstruktur silangsiur mangkuk - berlapis; pasir kerikil - bongkah dengan fragmen membundar (karena abrasi), sortasi sedang - baik; dan breksi-konglomerat dengan fragmen andesit piroksen - basal dengan bentuk butir menyudut hingga membundar tanggung. Zaim (1989) memasukkan satuan batuan ini ke dalam Formasi Sukobubuk.

PEMBAHASAN

Dari data primer maupun data sekunder diketahui bahwa geomorfologi kompleks Gunung Patiayam adalah kubah. Morfologi kubah tersebut dicirikan oleh kemiringan perlapisan batuan penyusunnya ke segala arah mengikuti kemiringan lerengnya. Menurut Zaim (1989), umur kubah diketahui 0,9 - 0,5 jt. Di sisi lain, lebih jauh lagi, Zaim berargumentasi bahwa di kompleks Gunung Patiayam juga pernah berlangsung aktivitas vulkanisme pada 2 - 0,5 jtl. Jadi,

pertumbuhan morfologi kubah Gunung Patiayam memiliki kisaran umur di dalam kisaran kegiatan gunung api.

Kebanyakan peneliti terdahulu secara implisit berpendapat bahwa morfologi kubah Gunung Patiayam terbentuk oleh proses tektonika setelah pengendapan batuan gunung api tersebut; gaya pengangkatan dipicu oleh intrusi magma di wilayah ini yang mengangkat batuan sedimen tersebut sehingga berbentuk kubah (Sartono drr., 1978; Zaim, 1989, dan 2006). Namun diketahui bahwa, batuan beku intrusi yang tersingkap di wilayah ini adalah andesit basaltik kaya leusit dan piroksen yang bertekstur porfiro-afanitik halus, dan tersebar secara lokal di kaki Gunung Payaman. Didasarkan atas sifat fisik (struktur dan tekstur porfiritik halus), komposisi mineral dan sebarannya, andesit basaltik tersebut merupakan batuan intrusi dangkal yang berhubungan dengan kegiatan vulkanisme. Proses tektonika memang pernah terjadi di wilayah ini yang membentuk rekahan. Akibat adanya rekahan tersebut, magma muncul ke permukaan melalui rekahan dan membangun kerucut (tubuh) gunung api. Proses pemunculan magma yang berlangsung secara berulang-ulang memanaskan batuan yang dilaluinya. Karena batuan tersebut mengandung air, maka terjadi penguapan dan pelarutan menghasilkan larutan hidrotermal, membentuk lempung argilaseus.

Interpretasi kegiatan vulkanisme tersebut juga didukung oleh asosiasi intrusi andesit basaltik dengan lava basal leusit dan breksi autoklastika yang berselingan dengan breksi piroklastika berdensitas dan breksi pumis. Semua batuan tersebut dihasilkan oleh aktivitas gunung api. Meskipun lava dapat terangkut, namun transportasinya tidak akan dapat menjangkau cukup jauh. Studi terhadap aktivitas gunung api masa kini di Gunung Semeru (Van Padang, 1951), Gunung Sumbing (Syarifudin dan Hadian, 1977) dan Gunung Api Merapi (Mulyaningsih, 2006), menjumpai bahwa lava basal sampai andesit hanya akan mengalir sejauh tidak lebih dari 5 km dari kawah. Hal itu makin memperkuat bahwa batuan gunung api tersebut dihasilkan oleh aktivitas vulkanisme yang sangat dekat dengan kawah dan berhubungan dengan intrusi andesit basaltik tersebut.

Kegiatan vulkanisme juga dibuktikan oleh bentuk morfologi puncak kompleks Gunung Patiayam,

yang tersusun oleh empat bentukan melingkar dari data interpretasi citra *landsat*. Bentuk melingkar tersebut diinterpretasikan sebagai cincin kawah gunung api daripada akibat depresi oleh proses tektonika pasca pengendapan, karena juga berasosiasi dengan batuan gunung api berupa breksi pumis dan tuf. Selama aktivitasnya, Gunung Api Patiayam telah mengalami empat fase pembentukan sistem kaldera, yaitu *Rim 1*, *Rim 2*, *Rim 3*, dan *Rim 4*.

Jadi, pembentukan morfologi kubah Patiayam dikontrol oleh aktivitas gunung api, bukan oleh tektonisme setelah pengendapan batuan asal gunung api tersebut. Batuan gunung api tersebut bersumber dari satu titik. Lava dan batuan gunung api fraksi kasar diendapkan secara menyebar melalui sektor-sektor tertentu, sesuai dengan perkembangan arah bukaan kawah. Batuan fraksi halus yang tersusun oleh pumis dan tuf tersebar mengikuti arah angin, ada yang diendapkan secara jatuhan (balistik), aliran, dan semburan.

Hasil pengukuran penampang stratigrafi di daerah fasies *medial* (Kancilan - Terban) dan Jenglong, hingga fasies *proksimal* di Sungai Pontang sampai Gunung Payaman, berhasil mendapatkan 2 - 4 sekuen endapan vulkaniklastika. Aktivitas gunung api di kompleks Gunung Patiayam sedikitnya dicirikan oleh letusan eksplosif yang menghasilkan breksi pumis dan tuf dalam empat periode. Letusan tersebut diduga juga disertai dengan penghancuran kawah gunung api, dan menghasilkan kawah baru.

Pertumbuhan kerucut gunung api juga pernah berlangsung menghasilkan breksi piroklastika, lava, dan breksi autoklastika. Breksi piroklastika dan lava yang menumpang di atas breksi pumis dan tuf mengindikasikan bahwa setelah penghancuran kawah gunung api, terjadi pertumbuhan kerucut gunung api. Selama aktivitasnya, telah berlangsung empat kali pertumbuhan kerucut gunung api dan empat kali penghancuran kerucutnya. Urutannya adalah pertumbuhan kerucut gunung api, penghancuran pertama menghasilkan *Rim 1*, pertumbuhan dan penghancuran menghasilkan *Rim 2*, pertumbuhan dan penghancuran menghasilkan *Rim 3*, pembentukan dan penghancuran menghasilkan *Rim 4* dan erosi.

Meskipun secara komposisi batuan gunung api Patiayam sama dengan batuan gunung api di Lasem, yaitu absarokit (sangat kaya kalium), sosit, tefrit

ultrapotasik, dan trakiandesit alkalin potasik (Zaim, 1989), namun batuan tersebut tidak mungkin dihasilkan oleh kegiatan vulkanisme Gunung Lasem, mengingat jaraknya yang terlalu jauh, yaitu sekitar 60 km. Gunung Muria sendiri memiliki umur yang jauh lebih muda, yaitu 0,7 - 0,01 jt. Jadi, batuan Gunung Api Patiayam juga tidak mungkin berasal dari kegiatan Gunung Muria, di samping karena jaraknya yang sangat jauh, yaitu sekitar 30 km, juga umurnya yang terlalu tua.

Data kegiatan gunung api masa kini menunjukkan bahwa aliran lava tidak akan mampu menjangkau lebih dari 5 km dari pusat erupsi; aliran piroklastika berdensitas tidak akan mampu menjangkau lebih dari 20 km dan abu serta pumis dapat tertransportasi lebih jauh bergantung pada arah angin. Jadi, kalau pun batuan gunung api tersebut dapat menjangkau lebih dari 30 km, itu pun hanya berupa endapan berdensitas rendah (tuf dan pumis) serta batuan rombakkannya, sebagaimana endapan kipas Gunung Muria yang tersingkap di daerah Sukobubuk. Batuan gunung api di kompleks Gunung Patiayam berasal dari lingkungannya sendiri, yaitu oleh aktivitas vulkanisme Gunung Api Patiayam. Jadi, kompleks Gunung Patiayam adalah bekas lingkungan geologi gunung api yang kini telah mati.

Batuan yang bersifat karbonatan dan kaya akan fosil moluska asal laut yang dijumpai setempat di hulu Sungai Pontang, lereng Gunung Cangkraman, adalah endapan asal laut. Material tersebut diketahui menindih breksi piroklastika dan breksi pumis. Di atas batuan karbonatan, secara setempat juga dijumpai endapan asal rawa-rawa yang kaya fosil moluska asal darat dan material organik berwarna hitam. Kondisi tersebut dapat diinterpretasikan bahwa aktivitas Gunung Api Patiayam pada bagian utara - barat laut berada sangat dekat dengan laut. Antara darat dan laut, dibatasi oleh lingkungan rawa-rawa. Ketika aktivitas gunung api meningkat, proses pengendapan didominasi oleh batuan asal gunung api; namun saat aktivitas gunung api menurun, berlangsung proses sedimentasi asal laut. Untuk membuktikan hubungan antara endapan asal darat (batuan gunung api) dan asal laut (batuan karbonatan), diperlukan data stratigrafi bawah permukaan di bawah batuan tersebut.

Di bagian timur Gunung Patiayam, tersingkap batupasir tuf dan breksi lapili yang berstruktur *dune*

dan *antidune*, dan mengandung fosil vertebrata dan hominid. Oleh Zaim (1989; 2006) satuan batuan ini dimasukkan ke dalam Formasi Slumprit, dan diinterpretasikan sebagai endapan fluvial dan delta. Komposisi litologinya, yaitu tuf dan lapili, serta beberapa fragmen *accretionary* lapili, mengindikasikan bahwa batuan tersebut adalah batuan gunung api asal darat. Hal itu dengan pertimbangan bahwa, *accretionary* lapili sangat mudah hancur saat menyentuh air, sehingga bukan berasal dari proses penghancuran (sedimenter). Tuf, lapili, dan beberapa fragmen skoria yang terkandung di dalamnya adalah material klastika gunung api yang dihasilkan dari erupsi eksplosif, yang saat dilontarkan disertai dengan penghancuran kerucut gunung api dan pembentukan kawah baru. Mungkin saja batuan ini berasal dari aktivitas gunung api yang lain (di luar Patiayam), untuk itu diperlukan penelitian lebih jauh lagi. Sebagai bahan perbandingan, tuf dan pumis hasil letusan Gunung Krakatau pada tahun 1883 dapat menjangkau hingga setinggi lebih dari 25 km, yang selanjutnya terbawa angin dan air laut sejauh lebih dari 840 km ke Singapura dan Cocos Island (Keeling) sekitar 1.155 km arah barat daya (Pararas-Carayannis, 1997).

Material yang diendapkan dalam energi yang besar dan dengan daya seruk yang tinggi dapat menghasilkan struktur sedimen silangsiur planar (Mulyaningsih, 2006). Batupasir tuf dan breksi lapili Formasi Slumprit ini memiliki struktur sedimen silangsiur planar. Hal itu sangat umum dijumpai pada batupasir tuf dan breksi pumis yang lain, seperti di Formasi Ujungwatu (produk Gunung Genuk di Semenanjung Muria bagian utara), Formasi Semilir (Pegunungan Selatan) dan tuf terlaskan produk Gunung Krakatau. Jadi, batupasir tuf dan lapili Formasi Slumprit ini bukanlah sekedar endapan delta atau pun fluvial, namun endapan gunung api hasil erupsi eksplosif yang diendapkan pada fasies *medial - distal*. Mengingat kedudukan lapisan batuan formasi ini bervariasi, yaitu sisi barat ke arah barat, sisi selatan ke arah selatan dan sisi timur ke arah timur, maka dapat diinterpretasikan bahwa sumber erupsi dari batuan ini adalah dari pusat erupsi Kompleks Gunung Api Patiayam sendiri.

Formasi Kedungmojo tersusun oleh batupasir tuf dengan fraksi yang lebih halus dari pada batupasir dan lapili Formasi Slumprit. Oleh Zaim (1989;

2001) batuan ini diinterpretasikan sebagai endapan fluvium. Di beberapa lokasi secara lokal (dasar-dasar sungai), dalam satuan batuan ini juga dijumpai batuan karbonatan. Hal itu mengindikasikan bahwa batuan penyusun Formasi Kedungmojo adalah batuan vulkanik yang telah jauh dari sumber (*distal*) dan material hasil rombakkannya (*sedimenter*). Fosil vertebrata yang banyak dijumpai dalam satuan batuan ini, makin mendukung interpretasi bahwa lingkungan geologi wilayah ini adalah darat, yaitu hutan terbuka.

Setelah aktivitas Gunung Patiayam, wilayah ini dipengaruhi oleh aktivitas fluviovulkanik Gunung Muria, yang selanjutnya membentuk Formasi Sukobubuk. Pembentukan formasi tersebut diduga bersamaan dengan pembentukan fluvial Formasi Kedungmojo. Hal itu dibuktikan oleh tidak adanya perselingan antara material hasil aktivitas Gunung Patiayam dan Gunung Muria dalam Formasi Sukobubuk.

KESIMPULAN

Kompleks Gunung Patiayam adalah gunung api purba (fosil gunung api). Morfologi Kompleks Gunung Patiayam memang berbentuk kubah, namun pembentukan kubah tersebut dipengaruhi oleh proses pengendapan hasil aktivitas gunung api yang berpusat pada satu titik, bukan oleh proses tektonika. Tektonika yang berlangsung di wilayah ini dan membentuk rekahan terjadi sebelum pembentukan Gunung Api Patiayam. Magma muncul ke permukaan melalui rekahan tersebut dan membangun tubuh gunung api.

Aktivitas gunung api ini berlangsung dalam beberapa periode sejak 2 jtl. hingga 0,5 jtl., menghasilkan empat cincin kawah gunung api. Keempat cincin tersebut mengindikasikan telah terjadinya empat periode penghancuran kerucut gunung api sebelum proses pelapukan dan erosi. Jadi, selama aktivitasnya, Gunung Api Patiayam telah bererupsi secara eksplosif, menghasilkan batuan gunung api fragmental kaya akan pumis, yang berlangsung sedikitnya dalam empat periode. Masing-masing periode erupsi eksplosif tersebut diselingi oleh kegiatan pertumbuhan kerucut gunung api, menghasilkan beberapa sekuen batuan fragmental fraksi kasar (breksi dengan fragmen bom dan blok) yang

diinterpretasikan sebagai endapan piroklastika berdensitas (*pyroclastic density currents*) dan lava. Secara lateral, batuan beku (lava dan intrusi) menyusun daerah pusat gunung api; perlapisan lava, breksi autoklastika, breksi piroklastika fraksi kasar, breksi pumis dan tuf adalah fasies gunung api proksimal, material piroklastika fraksi halus (breksi lapili), tuf, batupasir tuf, dan batuan epiklastika diinterpretasikan menyusun fasies *medial* gunung api.

Di wilayah ini juga telah terjadi aktivitas sedimentasi asal laut setelah aktivitas gunung api, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa sebagian wilayah ini pernah ada di lingkungan laut. Kompleks Gunung Api Patiayam pada masa itu diduga adalah pulau gunung api yang terpisah dari Jawa Tengah.

Ucapan Terima kasih—Penelitian ini terselenggara atas kerja sama antara Pusat Survei Geologi Bandung dan IST AKPRIND Yogyakarta. Untuk itu kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pusat Survei Geologi atas pembiayaan penelitiannya. Ucapan terima kasih juga para penulis sampaikan atas ijinnya untuk mempublikasikan makalah ini.

ACUAN

- Mulyaningsih, S., 2006. *Geologi lingkungan di lereng selatan Gunungapi Merapi Yogyakarta pada masa sejarah (Historical Time)*. Disertasi S3 Program Pasca-Sarjana Teknik Geologi, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, 340 h.
- Pararas-Carayannis, G., 1997. *Some of the World's Greatest Disasters*, Bombay Press., India, 243 h.
- Sartono, S., Hardjasmita, S., Zaim, Y., Nababan, U.P., dan Djubiantono, T., 1978. Sedimentasi Daerah Patiayam, Jawa Tengah. *Berita Pusat Penelitian Arkeologi*, 19, h.1-21.
- Syarifudin, M.Z., dan Hadian, R., 1977. *Laporan lapangan pemeriksaan G. Sumbing, Jawa Tengah*. BPPTK DIY, Tidak dipublikasikan.
- Suwarti, T. dan Wikarno, 1992. *Peta Geologi Lembar Kudus*, skala 1:100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Van Padang, N., 1951. *Catalogue of the Active Volcanoes of the World Including solfatara fields*, - Napoli, Italia.
- Zaim, Y., 1989. *Les formations "Volcano-sedimentaires" Quaternaires de la region de Patiayam (Central Java, Indonesia)*. Theses Doktorat L'Institut de Paleontologie Humaine, Perancis, Tidak Dipublikasikan, 264 h.
- Zaim, Y., 1998. Penelitian paleoekologi dan paleoenvironmen untuk rekonstruksi sejarah kehidupan manusia purba

Homo erectus di Jawa berdasarkan penelitian paleontologi vertebrata daerah Patiayam Jawa Tengah. *Laporan Penelitian* No. 1831207; Ba 560.45/Zai; 99/1039, JBPTITBPP/ITB Central Library Institut Teknologi Bandung

Zaim, Y., 2006. Hominids in Indonesia: From *Homo erectus* (*paleojavanicus*) to *Homo floresiensis*. Dalam: Sartono, S., *Dari Hominid ke Delapsi dengan Kontroversi*, Penerbit ITB, Bandung, h. 73-86.

Naskah diterima : 25 Januari 2008
Revisi terakhir : 21 Mei 2008