

**VOLKANISME DAN KEPUNAHAN MANUSIA PURBA DI KOMPLEK GUNUNG  
PATIAYAM, DESA JEKULO, KECAMATAN KUDUS, JAWA TENGAH**

S. Mulyaningsih<sup>1</sup>, S. Bronto<sup>2</sup>, A. Kusnaedi<sup>2</sup>, I. Simon<sup>1</sup> dan I.W. Prasetyanto<sup>1</sup>

**ABSTRACT**

*Geomorphologically, Mount Patiayam is a dome. The dome is characterized by varying in strike-dips, the dipping layers of the southern part is to south, the eastern part is to east, the northern part is to north and the western part is to west. The summit of the dome is composed of igneous rock of pyroxenic basalt, while fluvial deposits and shale are composing of flanks up to foot of the dome. Based on the composing rocks, there were volcanism processes within Mount Patiayam. The interpretation was also supported by Landsat image that showed depression-shapes in caldera rings-like.*

*Furthermore, Pleistocene sediments contain vertebrate and hominid (*Homo erectus*) fossils that are exposed at Patiayam region. Those fossils occur within cross bedding structure of pumiceous breccia, fine up to very coarse tuffs, and clay tuffs.*

**Key words:** *Mount Patiayam, volcanism, volcanic, deposits, rocks, pyroclastics, igneous, disasters, fossil, hominid, and vertebrate*

**INTISARI**

Secara geomorfologi, Gunung Patiayam merupakan suatu kubah. Kubah tersebut dicirikan oleh kedudukan perlapisan batuan yang bermacam-macam, dibagian selatan miring ke arah selatan, bagian timur miring ke timur, bagian utara miring ke utara dan bagian barat miring ke barat. Puncak kubah tersusun atas batuan beku basal piroksen, dan bagian lereng hingga kakinya tersusun atas batuan gunung api, yaitu breksi, batupasir tuf, napal-batugamping dan endapan fluvium. Didasarkan atas komposisi batuanannya tersebut, maka di Gunung Patiayam pernah berlangsung aktivitas gunung api. Hal itu juga didukung oleh hasil pengamatan citra landsat yang menunjukkan adanya bentukan-bentukan depresi yang menyerupai morfologi cincin kaldera.

Telah diketahui bahwa di daerah Patiayam juga tersingkap batuan berumur Pleistosen yang mengandung fosil vertebrata dan manusia purba (*Homo erectus*). Fosil-fosil tersebut berada pada batuan dengan komposisi breksi batuapung, batupasir tuf berukuran halus sampai kasar dan batulempung, dengan struktur silangsiur.

**Kata kunci:** G. Patiayam, volkanisme, gunung api, endapan, batuan, piroklastika, beku, fosil, hominid dan vertebrata

**PENDAHULUAN**

Daerah Patiayam terletak sekitar 20 km di sebelah timur Kota Kudus (Gambar 1). Komplek perbukitan ini dari hasil penelitian sebelumnya disimpulkan sebagai kubah (*dome*) dengan puncak tertinggi berada di Bukit Payaman (350 m di atas muka laut). Zaim (1989) menyebutkan bahwa kompleks situs purbakala Patiayam merupakan kubah (*dome*) yang terbentuk pada kala Pleistosen (0,5 -0,9 jtl). Zaim juga menyebutkan bahwa kegiatan volkanisme juga pernah berlangsung di Patiayam yaitu pada antara 2 jtl hingga 0,5 jtl, bersamaan dengan kegiatan volkanisme Gunung Muria. Di lain sisi, Zaim berpendapat bahwa seluruh

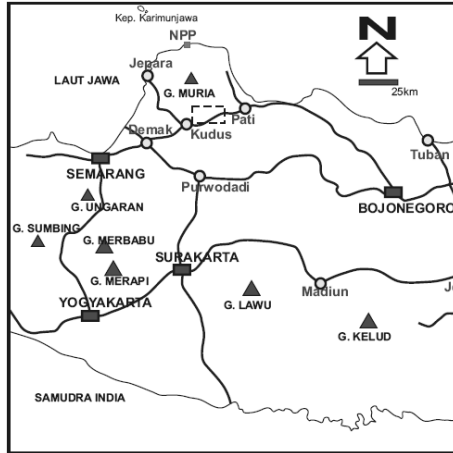
sedimen volkanik di Patiayam berasal dari kegiatan Gunung Muria, sedangkan endapan lempung laut dan breksi bagian atas sebagian berasal dari daerah terangkat Karimunjawa, Bawean, Gunung Patiayam dan Busur Magma Jawa di selatan dan dari Blok Rembang.

Didasarkan atas data analisis kimia batuan di Kancilan dan Jambe, Zaim (1989) menentukan batuan gunungapi penyusun Gunung Patiayam, sebagai a-barokit (sangat kaya Kalium), shoshonitik, tefrit ultrapotasik dan trakiandesit alkalin potasik. Didasarkan atas persentase kandungan  $K_2O/SiO_2$ , lebih jauh lagi Zaim berpendapat bahwa batuan-batuan tersebut termasuk dalam kelompok absa-

<sup>1</sup> Teknik Geologi IST Akprind Yogyakarta, sri\_mulyaningsih@yahoo.com

<sup>2</sup> Pusat Teknik Geologi, Bandung

rokit dan shoshonitik, yang memiliki kesamaan dengan batuan Gunung Lasem



Gambar 1. Lokasi dan kesampaian daerah Gunung Patiyam (dalam kotak putus-putus)

Penelitian geologi ini didekati dengan studi stratigrafi dan petrologi batuan gunungapi. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui keterkaitan antara morfologi Gunung Patiyam yang membentuk kubah, susunan batuan yang tersusun atas batuan gunungapi, serta penemuan fosil manusia purba dan fauna vertebrata di wilayah ini.

Hasil penelitian menjumpai bahwa litologi Gunung Patiyam tersusun atas batuan beku lava dan intrusi, breksi gunung api (piroklastika dan lahar), batupasir tuf dan breksi batugamping (endapan piroklastika), napal dan batugamping, serta endapan rawa. Endapan rawa tersebut tersusun atas endapan lempung hitam kaya organik dan cangkang moluska asal darat dan fosil vertebrata. Atas dasar itu, kompleks Gunung Patiyam diduga bukanlah sekedar kubah. Komposisi litologi yang terdiri atas batuan asal gunungapi, dengan kemiringan lapisan batuan yang bervariasi, yaitu sisi barat ke arah barat, sisi utara ke arah utara, sisi timur ke arah timur dan sisi selatan ke arah selatan, menandakan bahwa sedimen tersebut diendapkan menyebar oleh erupsi gunungapi yang bersumber dari satu titik. Pembuktian secara geologi terhadap keberadaan fosil gunungapi di Patiyam dengan geomorfologi kubahnya, terhadap penemuan fosil manusia

dan binatang purba yang tertimbun oleh endapan hasil lontaran material (rempah) gunungapi yang berkonotasi bencana akan dibahas lebih lanjut dalam makalah ini.

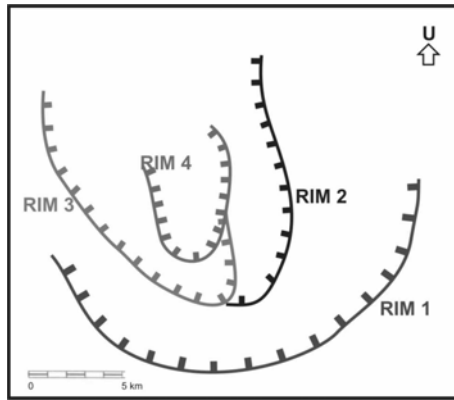
## PEMBAHASAN

Komplek Gunung Patiyam secara fisiografi merupakan bagian dari kelompok Semenanjung Muria. Di samping Gunung Muria sendiri dan kompleks Patiyam, Semenanjung Muria juga mencakup kompleks Gunung Genuk dan beberapa maar di sekitar Gunung Muria seperti Maar Bambang, Maar Gunungrowo dan Maar Gembong.

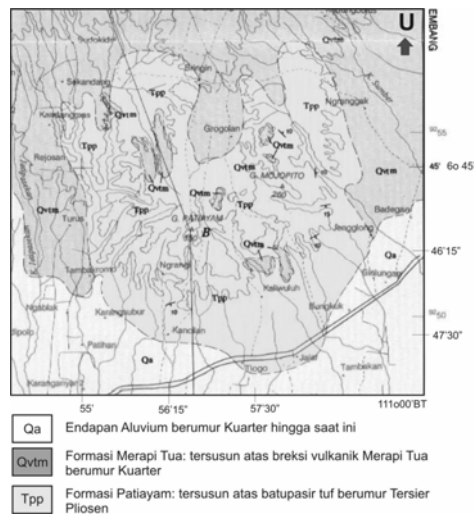
Dari interpretasi citra landsat, diketahui bahwa geomorfologi Gunung Patiyam memang menunjukkan bentukan kubah. Di dalam kubah tersebut terdapat suatu bentukan-bentukan membuka yang menyerupai cincin kawah gunungapi (*rim*) yang membuka ke arah utara-baratlaut ( $N 300-0^{\circ} E$ ) (Gambar 2). Di kompleks ini setidaknya terdapat 4 (empat) *rim* dengan diameter yang bervariasi. *Rim* terluar (*rim* 1) adalah *rim* tertua yang sebagian runtuh oleh pembentukan rim 2. Hampir setengah dari *rim* 2 runtuh pula saat pembentukan *rim* 3, begitu pula sebagian *rim* 3 runtuh saat erupsi pada pembentukan *rim* 4. Tektonik yang mempengaruhi aktivitas gunungapi di kompleks Patiyam diduga memiliki kesamaan fasa tektonisme dengan pembentukan Gunung Lasem dan Gunung Genuk. Hal itu dengan pertimbangan bahwa umur aktivitas gunungapi tersebut hampir bersamaan. Untuk mendukung argumentasi tersebut, diperlukan penelitian lebih lanjut.

Berdasarkan data geologi regional lembar Kudus (Suwarta dan Wikarno, 1992), batuan tertua yang tersingkap di daerah Semenanjung Muria adalah Formasi Bulu, menumpang di atasnya secara berturut-turut adalah Formasi Ujungwatu, batuan gunung api Genuk dan batuan gunung api Muria. Formasi Bulu terdiri atas batuan sedimen silisiklastika halus (batulempung dan batupasir karbonatan), dan batugamping berumur Mio-Pliosen. Batuan ini sedikit tersingkap di daerah Patiyam, terutama pada dasar-dasar lembah sungai. Sementara itu For-

masi Ujungwatu didominasi oleh batuan klastika gunung api kaya batupung, seperti tuf batupung, lapili batupung dan breksi batupung.



Gambar 2. Perkembangan kompleks gunung api purba Patiyam berdasarkan interpretasi citra landsat



Gambar 3. Peta geologi Gunung Patiyam berdasarkan penelitian terdahulu (sumber: Peta Geologi Lembar Kudus sekala 1:100.000 oleh Suwarti dan Wikarno, 1992; 1' sama dengan 1 km)

Beberapa batupasir tuf dan breksi batupung di antaranya ada yang bersifat karbonatan. Formasi Ujungwatu ini mendominasi komposisi litologi di daerah Patiyam, yaitu batupasir tuf dan breksi batupung, dengan kedudukan perlapisan batuan bervariasi, yaitu ke barat, ke utara, ke timur dan ke selatan (Gambar

3). Hal itulah yang digunakan sebagai dasar interpretasi oleh peneliti sebelumnya, sehingga Gunung Patiyam disebut sebagai kubah (Sartono dkk., 1978; Zaim, 1989; Zaim, 2006).

Secara stratigrafi, Zaim (2006) membagi litologi Gunung Patiyam dalam enam formasi. Ke enam formasi tersebut dari tua ke muda adalah batulempung kebiruan Formasi Jambe berumur Pliosen, Formasi Kancilan (Pleistosen Awal), Formasi Slumprit (Pleistosen Awal-Tengah), Formasi Kedungmojo dan Sukobubuk (Pleistosen Akhir) dan endapan teras (Holosen). Zaim (1989, 2006) dan Sartono dkk. (1978) menyebutkan ada dua periode lingkungan pengendapan, yaitu Formasi Jambe pada lingkungan laut dangkal dan empat Formasi yang lebih muda lainnya pada lingkungan darat. Lebih jauh lagi, menurut mereka bagian bawah Formasi Kancilan mengawali perubahan lingkungan geologi tersebut menghasilkan batuan shoshonitik berumur Pleistosen Awal. Di atas Formasi Kancilan adalah Formasi Slumprit, yang tersusun atas endapan sungai teranyam dan delta (batupasir tufan). Pada Formasi Slumprit ini terdapat fosil vertebrata dan hominid. Di atas Formasi Slumprit adalah Formasi Kedungmojo, yang tersusun atas endapan sungai bermeander dan gosong pasir, yaitu batu-pasir tufan. Selanjutnya di atas Formasi Kedungmojo adalah Formasi Sukobubuk yang tersusun atas material vulkanik Gunung Muria.

Penemuan fosil vertebrata dan manusia purba *Homo erectus* berumur Pleistosen di Gunung Patiyam bukanlah hal baru. Pada tahun 1977 dan 1978, Zaim telah menemukan fragmen pecahan fosil *Homo erectus* dalam lanau tufan berumur Pleistosen Tengah, bagian dari Formasi Slumprit (Zaim dan Ardan, 1998 vide Zaim, 2006). Batuan yang mengandung fosil tersebut diendapkan dalam lingkungan sungai dan rawa-rawa. Fosil vertebrata yaitu *Bos bubalus paleokarabau vK.* dan *Cervus zwaani* juga dijumpai dalam formasi tersebut. Lebih jauh lagi, Zaim (2006) juga menyebutkan bahwa fosil vertebrata bertulang besar, yaitu *Stegodon trigonocephalus*, *Rhinoceros*, *Bovidae*, *Cervidae* dan *Sus brachygnathus* juga ditemukan dalam Formasi Ke-

dungmojo. Secara stratigrafi, Formasi Slumprit lebih tua dari Formasi Kedungmojo. Jadi, ke semua fosil tersebut ditemukan dalam batupasir tuf.

Penelitian paleontologi vertebrata terhadap fosil-fosil yang ditemukan di Patiayam menunjukkan kesamaan fauna dengan yang didapatkan dari daerah lain di Jawa (Zaim, 2001). Berdasarkan sifat-sifat dan habitatnya, Zaim (2001) mengelompokkan fosil-fosil vertebrata tersebut dalam tiga grup, yaitu:

1. Fauna dari lingkungan hutan terbuka (*open wood forest*) atau savana, seperti *Bos bubalus paleokarabau vK.* dan *Cervus zwaani*.
2. Fauna yang hidup di hutan lebat dan basah (*rain forest*): *Stegodon trigono-cephalus*, *elephas sp.*, *Rhinoceros sondaicus* dan *Sus brachygnatus*.
3. Fauna yang biasa hidup dalam lingkungan air, seperti *Hippopotamus namadicus* dan *Croccodilus sp.*

Kebanyakan fosil vertebrata dan hominid *Homo erectus* ditemukan pada sedimen yang diendapkan di lingkungan sungai, danau dan rawa-rawa (Zaim, 2001). Hal itu dikarenakan tersedianya cukup makanan (vegetasi dan hewan) serta air di lingkungan tersebut.

Penelitian geologi telah dilakukan di daerah Patiayam. Hasil studi menjumpai adanya singkapan lanau-batupasir tuf, tuf batuapung dan breksi batuapung (dengan fragmen lapilli, blok dan skoria litik basal piroksen), berstruktur silangsiur sekala sedang sampai besar di batas Desa Terban-Kancilan (Tabel 1). Zaim (1989) memasukkan jenis batuan ini ke dalam Formasi Slumprit. Pecahan fosil tulang dan gigi dijumpai dalam satuan batuan ini, namun belum dapat diketahui nama jenis asal tulangnya dan nama spesiesnya.

Dari hasil pengamatan di lapangan dan studi stratigrafi terhadap batuan Formasi Slumprit, diketahui bahwa batuan ini merupakan endapan piroklastika dari erupsi eksplosiva yang disertai dengan pembentukan kawah baru. Karena komposisinya terdiri atas batupasir tuf dengan beberapa fragmen lapilli dan skoria, maka wilayah pengendapannya merupakan fasies distal. Dalam satu pe-

nampang di Kancilan-Terban tersebut juga dapat diinterpretasi bahwa aktivitas gunungapi tersebut telah berlangsung minimal dalam empat periode, yang masing-masing periode dibatasi oleh pembentukan soil. Dengan demikian, proses pengendapan material rempah gunungapi tersebut berlangsung di darat.

Didasarkan atas komposisi litologi yang tersingkap di Gunung Patiayam bagian barat-baratdaya, diketahui bahwa bagian dasar tersusun atas breksi gunungapi dan batupasir tuf yang permukaannya lapuk membentuk lapisan soil. Soil tersebut selanjutnya tertimbun oleh lapisan lempung argiliseus setebal ~40 cm. Lempung tersebut berwarna abu-abu kehijauan, mengandung sedikit fragmen litik teralterasi warna kecoklatan-kehijauan (sangat jarang) berukuran 0,5-2 cm. Di atas lempung argiliseus adalah tuf abu-abu terang lapuk, secara tidak menerus menumpang di atas lempung adalah lava, breksi piroklastika dan batupasir tuf. Batupasir tuf diinterpretasi sebagai endapan jatuhnya dan seruakan piroklastika. Di atas endapan piroklastika berupa lempung hitam kaya feldspar dan fosil moluska (campuran asal darat dan laut) yang diinterpretasi sebagai endapan asal rawa-rawa. Beberapa meter ke utara berupa breksi dan batupasir tuf, secara tidak selaras ditumpangi oleh napal kaya moluska asal laut (dominan) dan asal darat (sangat jarang). Tabel 2 adalah komposisi stratigrafi di daerah penelitian pada fasies gunungapi proksimal.

Secara detail, litologi yang menyusun daerah penelitian adalah:

1. Di lereng tenggara Gunung Patiayam tersusun atas lapisan lempung argiliseus dan tuf abu-abu kemerahan (Gambar 4). Lempung argiliseus menandai aktivitas vulkanisme dari fasa istirahat sebelumnya. Lempung ini diketahui menumpang di atas paleosol yang juga hasil pelapukan batuan vulkanik. Lempung argiliseus dibentuk oleh larutan hidrotermal akibat aktivitas magmatisme yang menyentuh tubuh airtanah, sehingga lapisan dengan airtanah tersebut teralterasi. Tuf di atas lapisan argiliseus juga mengalami sedikit alterasi.

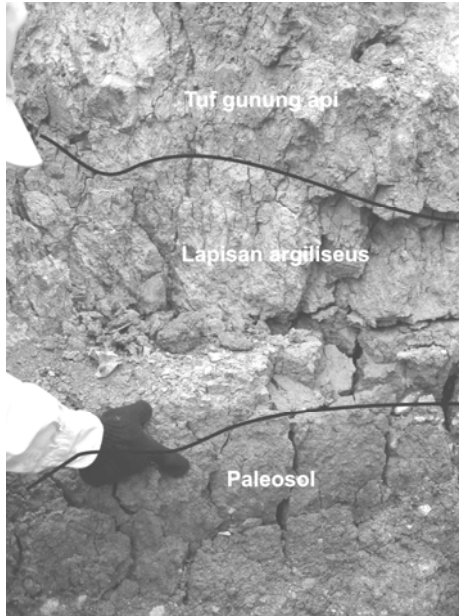
Tabel 1. Kolom stratigrafi Formasi Kedungmojo yang tersusun atas beberapa sekuen endapan piroklastika di batas Desa Terban dan Kancilan

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

2. Di atas lempung argiliseus berupa bongkah-bongkah lava berukuran 0,5-3m. Secara megaskopis, batuan ini dicirikan oleh warna abu-abu gelap, kondisi lapuk-segar, struktur masif-vesikuler, dan beberapa di antaranya terdapat kekar konsentris (Gam-

bar 5). Bukit dengan singkapan bongkah lava memiliki arah orientasi dengan Gunung Patiayam baratdaya-timurlaut. Arah orientasi diinterpretasi sebagai arah aliran lava. Secara petrologi, lava ini 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 massadar afanitik, nama batuan basal piroksen.



Gambar 4. Lempung tuf argilaseus dan tuf yang menumpang di atas lapisan paleosol warna coklat (gelap) di bawah singkapan lava di Gunung Payaman



Gambar 5. Bongkah-bongkah lava, tempat pengambilan contoh No. 06/MR/30 di lereng tenggara Gunung Payaman, Komplek Gunung Patiyam

Sedangkan contoh P.2 yang diambil dari salah satu fragmen bom gunungapi 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 massadar afanitik; basal piroksen. Analisis geokimia terhadap contoh lava menunjukkan sifat batuan *potassic* (seri K) dengan kandungan Kalium yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan batuan Gunung Muria (Tabel 3). Komposisi geokimia tersebut menandakan bahwa batuan gunungapi Patiyam tersebut bukan berasal dari Gunung Muria.

Tabel 3. Hasil analisis geokimia contoh bongkah lava di Gunung Patiyam

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

- Sekitar 30-50 m ke baratdaya bongkah lava tersingkap batuan intrusi gang basal piroksen-leusit. Morfologi intrusi membentuk kubah di puncak bukit, dengan posisi yang lebih tinggi dari wilayah di sekitarnya. Zaim (1989; 2006) memasukkan satuan batuan gunungapi tersebut ke dalam Formasi Kancilan
- Di lereng barat-barat laut tersingkap peralihan breksi piroklastika dan breksi pumis. Panjang singkapan breksi piroklastika 10m dan tebal 4m; abu-abu kecoklatan teroksidasi, tersusun atas fragmen blok dan bom berukuran kerikil-bongkah, bentuk butir menyudut-membulat tanggung, matriks pasir-granul, kemas terbuka, pemilahan buruk dan kondisinya segar-lapuk. Fragmen bom gunungapi

memiliki retakan konsentris dengan struktur kerak roti, akibat membeku sangat cepat di udara (Gambar 6). Panjang singkapan breksi pumis 5 m dan tebal 0,5 m, berwarna putih kecoklatan, tersusun atas fragmen batuapung, dan tertanam dalam matriks

tuf halus sampai kasar, pemilahan buruk dan kemas terbuka.  
 5. Di lereng timur tersingkap endapan batupasir tuf berukuran halus yang berasosiasi dengan endapan epiklas-tika berupa endapan fluvium dan alur sungai (Tabel 4)

Tabel 2. Kolom stratigrafi daerah Gunung Cangkraman (Komplek Patiayam)

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

Intrusi gang berupa basal pada batuan gunung api dan menerobos paleosol (batuan tertua 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. Breksi piroklastika dengan fragmen bom basal piroksen di lereng Gunung Payaman



Gambar 7. Singkapan breksi piroklastika yang tertutup napal kaya fosil dan endapan rawa di lereng Gunung Cangkraman

6. Di hulu Sungai Pontang, di atas breksi piroklastika berupa batugamping (napal) dengan fosil cangkang moluska, panjang singkapan 10 m, tebal 8 m, berwarna abu-abu terang, berlapis-laminasi, dijumpai cangkang asal laut (dominan), kondisi lapuk (Gambar 7). Di atas batugamping (napal) berupa endapan lempung hitam tebal 70 cm yang mengandung fosil moluska asal darat.
7. Di bagian utara daerah penelitian, yaitu di Sukobubuk dan sekitarnya, tersingkap endapan pasir lepas (fluvium) secara setempat dan breksi lahar di beberapa tempat. Endapan pasir lepas berwarna abu-abu kekuningan-kecoklatan, struktur silangsiur sampai *antidune*, sortasi sedang-buruk, mengandung beberapa fragmen litik andesit piroksen berukuran granul (jarang), beberapa membentuk alur-alur. Breksi lahar dicirikan oleh struktur masif-gradasi tebal 1,5-3 m, sortasi sedang-baik, bentuk butir fragmen agak menyudut sampai agak membulat, diameter butir 5-25 cm, fragmen terdiri dari blok andesit piroksen dan andesit basal. Fragmen andesit dicirikan oleh warna abu-abu,

struktur masif-vesikler, porfiritik sedang-kasar (lebih kasar dari lava basal Patiayam), fenokristalin dengan fenokris berukuran 1-2 mm berupa feldspar (15 - 20%) dan piroksen (10%) tertanam dalam massa dasar mikrolit dan gelas.

Formasi Kancilan, yang diajukan oleh Zaim (1989; 2006) tersusun atas batuan gunungapi, yaitu breksi piroklastika dengan fragmen bom dan blok, lava dan batuan intrusi. Semua batuan tersebut memiliki komposisi andesit basal piroksen. Di dalam satuan batuan gunungapi tersebut, secara setempat juga terdapat breksi lapilli dengan fragmen bom dan sedikit blok berukuran 2-5 cm. Breksi pumis dengan fragmen litik dapat diinterpretasi sebagai breksi ko-ignimbrite. Breksi tersebut terbentuk oleh perbedaan densitas yang mencolok dengan material yang berdensitas kecil. Material yang berdensitas besar tertinggal sedangkan material yang berdensitas kecil terbawa oleh angin dan/seruakan berdensitas dan diendapkan lebih jauh. Breksi ko-ignimbrit dapat digunakan sebagai petunjuk bahwa material tersebut sangat dekat dengan pusat erupsinya (Cas & Wright, 1987).

Batuan Formasi Kancilan diinterpretasi sangat dekat dengan pusat erupsi. Hal itu didukung oleh adanya singkapan lempung argilik di bawah breksi ko-ignimbrit di Kancilan.



Tabel 4. Kolom stratigrafi daerah Dn Jenglong (lereng timur Gunung Patiayam)

| Tebal (cm) | Simbol litologi | Keterangan   |
|------------|-----------------|--|
| 20         |                 | Top soil abu-abu kecoklatan  |
| 100        |                 | Tuf abu-abu kecoklatan, struktur laminasi - cross laminasi, secara umum berlapis @ 30 cm, berukuran halus  |
| 65         |                 | Konglomerat berlapis, abu-abu gelap, sortasi buruk, kemas terbuka, bentuk butir membundar tanggung-membundar, fragmen litik granul-kerakal andesit, matriks berukuran pasir — sebagai endapan sungai |
| 50         |                 | Batupasir tuf abu-abu kecoklatan, laminasi, berukuran pasir sedang-kasar — endapan fluvium (lahar distal)  |
| 30         |                 | Breksi pumis, berlapis, kemas terbuka, sortasi sedang-baik, mengandung fragmen litik pumis (dominan), litik andesit dan skoria — endapan 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, sortasi buruk — lahar distal                          |
| 10         |                 | Lapisan tipis paleosol   |
| 40         |                 | Tuf abu-abu kecoklatan, laminasi, mengandung fragmen mineral dan berukuran tuf sedang-kasar, sortasi buruk   |
| 20         |                 | Tuf dengan fragmen pumis dan litik, abu-abu kecoklatan, laminasi, sortasi sedang   |
| 30         |                 | Breksi dengan fragmen litik tertanam dalam matrik tuf  |
| 40         |                 | Tuf lapilli abu-abu terang, berlapis @ 5-10cm, sortasi sedang, kemas tertutup  |
| 37         |                 | Tuf abu-abu kehijauan, laminasi, berukuran halus-sedang setempat dijumpai fragmen lapilli  |
| 30         |                 | Tuf halus abu-abu terang, laminasi   |
| 10         |                 | Lapisan tipis paleosol   |
| 18         |                 | Tuf halus abu-abu gelap, laminasi- <i>antidune</i>   |
| 40         |                 | Tuf halus abu-abu terang, laminasi-cross laminasi  |
| 80         |                 | Tuf kasar-lapilli, abu-abu terang, laminasi-cross laminasi   |
| 20         |                 | Lapisan paleosol   |
| 47         |                 | Tuf kasar-lapilli, abu-abu terang, laminasi-cross laminasi   |
| 50         |                 | Tuf sedang-kasar, abu-abu terang, laminasi-cross laminasi  |

Hal itu menandakan bahwa, sebelum aktivitas gunungapi yang menghasilkan Formasi Kancilan berlangsung, wilayah ini pernah tersingkap di permukaan. Secara lokal litologi penyusunnya terpengaruh oleh proses pemanasan. Proses tersebut diduga berhubungan dengan aliran magma yang melalui airtanah dan menghasilkan uap atau akibat aliran lava yang berlangsung secara terus-menerus. Oleh aktivitas gunungapi berikutnya, lempung argilik langsung tertutup oleh material hasil erupsi tersebut.

Di lain sisi, di bawah lapisan paleosol berupa breksi gunungapi. Hal itu mengindikasikan bahwa aktivitas Gunung Patiyam berlangsung dalam beberapa periode. Komposisi litologi yang tersusun atas lava, breksi autoklastik, breksi vulkanik (dengan fragmen bom dan blok) serta breksi pumis dan batupasir tuf, mengindikasikan bahwa aktivitas Gunung Patiyam diwarnai dengan fasa konstruksi dan fasa destruksi. Fasa konstruksi adalah fasa pembangunan kerucut gunungapi, yang menghasilkan lava (hasil erupsi efusif) berselingan dengan breksi vulkanik dan autoklastik. Fasa destruksi adalah fasa penghancuran tubuh gunungapi, menghasilkan breksi pumis, breksi ko-ignimbrit dan batupasir tuf. Data lain, baik data sekunder maupun primer, tidak menemukan adanya fosil vertebrata dan hominid dalam formasi ini. Diduga, wilayah ini sangat dekat dengan pusat erupsi, sehingga kehidupan tidak berkembang di wilayah ini karena berbahaya.

Lapisan paleosol yang mendasari sekuen atas batuan gunungapi (Formasi Kancilan), menunjukkan bahwa lingkungan geologinya darat. Batuan yang bersifat karbonatan dan kaya fosil moluska asal laut, yang tersingkap secara setempat-setempat di lereng Gunung Cangkruman, diinterpretasi bahwa lingkungan laut (perairan) hanya berlangsung secara setempat-setempat. Batuan asal laut menumpang di atas breksi piroklastika dan breksi lapilli, menandakan bahwa material hasil aktivitas Gunung Patiyam mencapai laut. Penelitian lebih jauh untuk mengetahui perulangan endapan asal laut dan endapan vulkanik, sangat diperlukan sehingga diketahui

apakah lingkungan laut (perairan) berlangsung dalam waktu yang lama atau hanya sesaat.

Lingkungan perairan sesaat dapat diinterpretasi bahwa luapan airlaut pernah berlangsung di wilayah ini, mungkin dipicu oleh adanya tsunami, akibat letusan tipe Plini Gunung Patiyam. Kegiatan gunungapi modern di Gunung Krakatau (1883) menyebabkan tsunami, luapannya hingga di Anyer (Banten; Pararas-Carayannis, 1997).

Lingkungan perairan dalam waktu yang lama akan ditunjukkan oleh perulangan batuan asal gunungapi dan asal laut. Saat aktivitas gunungapi meningkat, pengendapannya didominasi oleh material asal gunungapi. Saat aktivitas gunungapi menurun, pengendapan didominasi oleh proses sedimenter asal laut. Untuk membuktikan argumentasi tersebut, diperlukan data stratigrafi bawah permukaan secara detail.

Di atas batuan karbonatan, secara setempat dijumpai endapan asal rawa-rawa, yang kaya fosil moluska asal darat dan organik yang berwarna hitam. Kondisi tersebut dapat diinterpretasi bahwa setelah aktivitas gunungapi yang menghasilkan Formasi Kancilan, lingkungan laut tersebut berlangsung sesaat, yang selanjutnya mendangkal dan berubah menjadi rawa-rawa.

Di bagian timur Gunung Patiyam, tersingkap batupasir tuf dan breksi lapilli yang berstruktur silangsiur planar, dan mengandung fosil vertebrata dan hominid. Oleh Zaim (1989; 2006) satuan batuan ini dimasukkan ke dalam Formasi Slumprit, dan diinterpretasi sebagai endapan fluvial dan delta. Didasarkan atas komposisi litologinya, yaitu tuf dan lapilli, serta adanya butiran-butiran *accretionary lapilli*, mengindikasikan bahwa batuan tersebut merupakan endapan primer asal gunungapi (piroklastika). *Accretionary lapilli* sangat mudah hancur saat menyentuh air, sehingga bukan berasal dari proses penghancuran (sedimenter). Tuf, pumis dan beberapa fragmen skoria yang terkandung di dalamnya adalah material klastika gunungapi yang dihasilkan dari erupsi eksplosiva, yang saat dilontarkan disertai dengan penghancuran kubah lava dan pembentukan kawah baru.

Mungkin saja batuan ini berasal dari aktivitas gunungapi yang lain (di luar Patiayam), hal itu perlu penelitian lebih jauh tentang sumber gunungapinya. Sebagai bahan perbandingan, tuf dan batuapung hasil letusan Gunung Krakatau pada tahun 1883 dapat menjangkau hingga setinggi lebih dari 25 km, yang selanjutnya terbawa angin dan airlaut sejauh lebih dari 840 km di Singapore dan Cocos Island (Keeling) sekitar 1.155 km arah baratdaya (Pararas-Carayannis, 1997).

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

Kandungan fosil yang berada pada Formasi Slumprit, terutama hominid, belum dapat diinterpretasi, apakah merupakan fosil insitu atau sedimenter, mengingat fosil yang ditemukannya dalam bentuk fragmental yang belum lengkap. Jika fosil tersebut insitu, maka keberadaannya pada fasies distal gunungapi sangatlah mungkin, karena morfologinya lebih datar dan hutannya lebat. Kondisi tersebut tentunya mendukung berkembangnya satwa liar yang hidup di hutan lebat dan basah. Di samping itu manusia yang pada waktu itu masih hidup secara berburu, dapat berkembang dengan baik.

Formasi Kedungmojo tersusun atas batupasir tuf dengan fraksi yang le-

bih halus dari pada batupasir dan breksi pumis Formasi Slumprit. Oleh Zaim (1989; 2001) batuan ini diinterpretasi sebagai endapan fluvium. Secara lokal, dalam satuan batuan ini juga mengandung batuan karbonatan. Di sisi timur lokasi penelitian, komposisi batuan ini lebih didominasi oleh batuan fluvium yang diendapkan dalam arus traksi dan berselingan dengan breksi lahar. 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 tersebut, yaitu berada pada wilayah hutan terbuka.

Setelah aktivitas vulkanisme Gunung Patiayam, wilayah ini dipengaruhi oleh aktivitas fluviovolkanik 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.

Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa *Homo erectus* dan binatang purba, yang berumur Plistosen di Jawa, punah karena periode glasiasi II (Bellwood, 2000). Proses glasiasi tersebut, mungkin juga yang menghasilkan endapan sedimenter kaya moluska asal laut di lereng Gunung Cangkruman. Di samping adanya proses glasiasi II, intensifnya aktivitas Gunung Patiayam pada Pleistosen, yang menghasilkan empat periode letusan tipe Plini, diduga juga ikut memicu punahnya manusia dan binatang purba tersebut. Adanya letusan eksplosiva gunungapi, mungkin telah mengganggu kelangsungan hidup manusia dan binatang purba tersebut, beberapa manusia dan binatang mati dan tulangnya terawetkan di dalam material gunungapi.

Alternatif yang lain adalah, hilangnya binatang dan hominid dalam Formasi Kedungmojo dan Slumprit mungkin juga berkaitan dengan tingginya aktivitas Gunung Patiayam, sehingga mereka bermigrasi ke wilayah yang lebih aman. Minimnya hasil temuan fosil homi-

nid di wilayah ini dan jenis batuan yang menimbun-nya, menjadi kendala utama dalam me-nginterpretasi faktor geologi apa yang mempengaruhi kepunahan manusia tersebut. Untuk itu penelitian lebih lanjut, yang menyangkut *paleodisaster* hominid sangat diperlukan.

#### KESIMPULAN

Komplek Gunung Patiayam adalah kompleks gunungapi purba. Aktivitas gunungapi ini berlangsung secara konstruktif dan destruktif. Aktivitas destruktif gunungapi berlangsung dalam empat periode, membentuk empat cincin (kawah) gunungapi. Morfologi kubah yang tersusun atas batuan gunungapi dengan kemiringan lapisan batuan yang bervariasi, dipengaruhi oleh proses pengendapan yang berpusat pada satu kawah gunungapi.

Hubungan antara Formasi Kancilan (sebagai fasies proksimal-pusat), Slumprit dan Kedungmojo (sebagai fasies medial-distal), adalah selaras men-jari secara lateral. Pusat erupsi tersusun atas batuan beku (lava dan intrusi), fasies proksimal tersusun atas endapan piroklastika fraksi kasar, fasies medial tersusun atas material piroklastika yang lebih halus (breksi lapilli) dan fasies distal tersusun atas material yang lebih halus dan hasil rombakan.

Manusia dan binatang purba yang hidup di wilayah ini adalah konsekuensi dari kesuburan lahan daerah gunungapi, yang sangat mendukung terhadap perkembangan makhluk hidup. Namun di sisi lain, aktivitas gunungapi pun diduga yang juga telah mengancam perkembangannya. Penelitian lebih lanjut akan menjawab dugaan tersebut.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini terselenggara atas kerjasama antara Pusat Survei Geologi Bandung dan IST AKPRIND Yogyakarta. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan pada Pusat Survei

Geologi atas pembiayaannya dan IST AKPRIND atas ijin penelitiannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bellwood, P., 2000, *Prasejarah Kepulauan Indo-Malaysia*, edisi revisi, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 525 hal.
- Cas, R.A.F dan Wright, J.V., 1987, *Volcanic successions: modern and ancient*, Allen and Unwin, London, 528 hal
- Pararas-Carayannis, G., 1997, *Some of the World's Greatest Disasters*, Bombay Press., India.
- Sartono, S., Hardjasmita, S., Zaim, Y., Nababan, U.P., dan Djubiantono, T., 1978. Sedimentasi Daerah Patiayam, Jawa Tengah, *Berita Pusat Penelitian Arkeologi*, No. 19, h: 1-21.
- Suwarti, T. dan Wikarno, 1992. *Peta Geologi lembar Kudus*, Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi, Direktorat Sumber Daya dan Energi, Bandung.
- Zaim, Y., 1989, *Les formations "Volcano-sedimentaires" Quaternaires de la region de Patiayam (Central Java, Indonesie)*, Theses Doktorat L'Institut de Paleontologie Humaine, Perancis, Tidak Dipublikasikan, 264 hal.
- Zaim, Y., 2001, Penelitian paleoekologi dan paleoenvironment untuk rekonstruksi sejarah kehidupan manusia purba Homo erectus di Jawa berdasarkan penelitian paleontologi vertebrata daerah Patiayam Jawa Tengah, *Laporan Penelitian JBPTITBPP*, Tidak dipublikasikan.
- Zaim, Y., 2006, Hominids in Indonesia: From Homo erectus (paleojavanicus) to Homo floresiensis, dalam S. Sartono: Dari Hominid ke Delapsi dengan Kontroversi, Penerbit ITB, Bandung, hal. 73-86.