

## Batupasir Kuarsa Wediwutah: Asal Kuarsa dan Informasi Keragaman Geologi Formasi Wonosari, Kabupaten Gunung Kidul

### *The Wediwutah Quartz Sandstone : The Quartz Provenance and Information of Geodiversity of the Wonosari Formation, Gunung Kidul Regency*

Hanang Samodra

Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral  
Jl. Diponegoro No. 57 Bandung 40122  
email: hanangsamodra@yahoo.com

Naskah diterima : 11 Februari 2016 Revisi terakhir :13 Februari 2016 Disetujui : 18 April 2016

**Abstrak** - Secara stratigrafi, meskipun dengan perubahan tegak yang berangsur, lapisan batupasir kuarsa yang berkembang pada runtunan paling bawah Formasi Wonosari dapat dipisahkan dengan lapisan batugamping yang menutupinya. Sejarah sedimentasi selama Miosen Tengah ini, meskipun hanya setempat, akan memperkaya informasi keragaman geologi (*geodiversity*) daerah Gunung Sewu bagian barat dari aspek litologi. Berdasarkan metoda jejak belah yang menggunakan zirkon sebagai mineral penentu umur mutlak batuan, batupasir kuarsa di Wediwutah dan Gombang masing-masing berumur  $12,6 \pm 1,2$  juta tahun dan  $24,3 \pm 2,9$  juta tahun. Terkait dengan identifikasi batuan sumber (*provenance*) dari kuarsa tersebut, pendugaan awal yang sifatnya masih hipotesis mengarah pada dua sumber yang berbeda, yaitu dari tuf Formasi Oyo dan tuf Formasi Semilir.

**Kata kunci** - batupasir kuarsa, butiran lepas pasir kuarsa, asal kuarsa, keragaman geologi.

**Abstract** - Stratigraphically, although its vertical changes is gradual, quartz sandstone layers developed on the lowest sequence of Wonosari Formation can be separated with the covering limestones layer. The history of sedimentation during the Middle Miocene, although only local, will enrich the geodiversity of western part of the Gunung Sewu area from lithological aspect. Based on fission-tracks method using zircon as a determinant mineral for absolute age of rocks, quartz sandstones of Wediwutah and Gombang are  $12.6 \pm 1.2$  my and  $24.3 \pm 2.9$  my respectively. Relating to identification of quartz provenance, hypothetically initial interpretation is derived from two different sources, which are the tuffs of Oyo Formation and Semilir Formation.

**Keywords** - quartz sandstone, detrital grains of quartz sand, quartz provenance, geodiversity.

## PENDAHULUAN

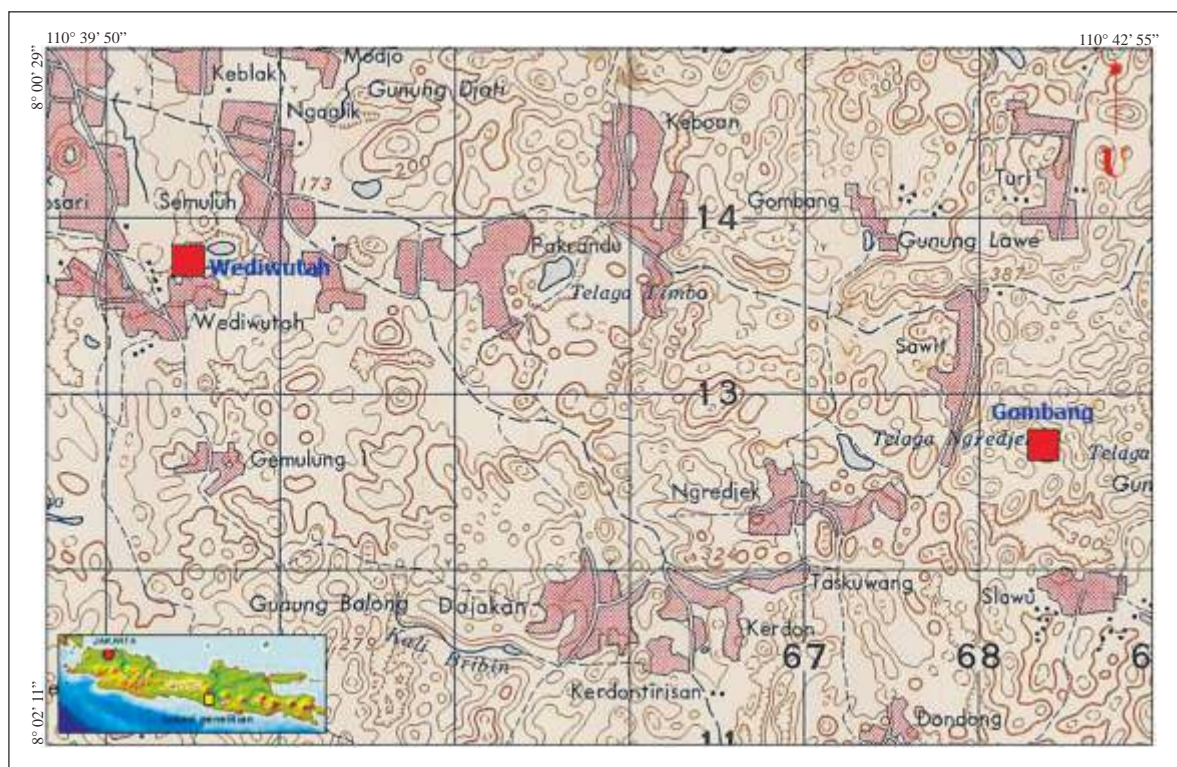
Wilayah Kabupaten Gunungkidul (segmen Gunung Sewu bagian barat) sekitar 70% disusun oleh batugamping Neogen dengan bentangalam karsnya yang bertipe *classic tropical karst*. Batuan karbonat ini tersebar mulai Gunungkidul bagian tengah hingga pantai selatan yang berbatasan dengan Samudera Hindia. Bagian utara ditempati oleh himpunan batuan dasar Oligo-Miosen (batuan gunungapi, batuan klastik asal gunungapi) yang sebagian berfasies turbidit dan bertindak sebagai alas satuan batugamping.

Penjelasan terhadap batupasir kaya kuarsa yang terdapat bersama-sama dengan batugamping di daerah Wediwutah dan sekitarnya belum banyak diketahui. Nama "wediwutah" cukup menarik untuk dikaji, mengingat litologi di daerah ini dikuasai oleh batugamping. Dalam bahasa Jawa, *wedi* artinya pasir, dan *wutah* adalah tumpah. Dari aspek litologi, keberadaan batupasir kuarsa ini akan memberi arti terhadap keragaman geologi satuan batugamping Neogen di Pegunungan Selatan Jawa Tengah, khususnya di daerah Gunungkidul (segmen Gunung Sewu bagian barat).

Proses denudasi pada batuan sumber yang mempunyai kandungan kuarsa dalam jumlah cukup signifikan dapat membentuk batupasir kuarsa. Butiran-butiran kuarsa lepas (*detrital quartz grains*) hasil pelapukan, pengikisan, dan kemudian diangkut oleh air hujan larian (*surface runoff*) dan diendapkan di tempat-tempat yang rendah.

Selain memperkaya keragaman geologi, pengukuran umur batupasir kuarsa di daerah Wediwutah dan sekitarnya juga memperjelas kedudukan stratigrafinya di dalam runtunan batugamping Neogen Formasi Wonosari. Sementara itu, asal kuarsa belum dapat diketahui secara tuntas. Pada tulisan ini, asal kuarsa yang membentuk batupasir ditafsirkan secara hipotetis.

Penelitian oleh Tim *Geodiversity* dan *Geoheritage* dari Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, pada tahun 2014 berlokasi di dua daerah (Gambar 1), yaitu di Wediwutah (koordinat  $8^{\circ}1'5.41''\text{LS}/110^{\circ}40'14.56''\text{BT}$ ) dan di Gombang (koordinat  $8^{\circ}1'27.33''\text{LS}/110^{\circ}42'48.38''\text{BT}$ ). Penelitian dimaksudkan untuk mengetahui asal kuarsa, memperkaya jenis litologi yang merupakan salah satu komponen keragaman geologi Formasi Wonosari, serta setempat menata-ulang tataan stratigrafi dari satuan tersebut. Sedang tujuannya adalah merangkum hasil penelitian menjadi tulisan yang memenuhi persyaratan sebagai sebuah karya tulis ilmiah.



Sumber : olahan penulis

**Gambar 1.** Lokasi daerah penelitian yang terletak di Kabupaten Gunungkidul, DIY

## METODOLOGI

Identifikasi keterdapat batupasir kuarsa di lapangan dilakukan melalui penelitian di daerah Wediwutah dan Gombang di sebelah timurnya. Di Wediwutah tersingkap lapisan batupasir kuarsa, sedang di Gombang ditemukan endapan butir-butir pasir kuarsa lepas yang tersebar di permukaan. Pengamatan litologi dan stratigrafi di Wediwutah dapat dilakukan lebih baik, karena selain batuan dijumpai dalam keadaan segar, sentuhan dan perubahan batupasir dengan batugamping Neogen yang menindihnya juga sangat jelas.

Untuk keperluan penentuan umur mutlak batuan dengan metoda jejak-belah, dikumpulkan satu percontoh batupasir kuarsa dari Wediwutah dan dua percontoh butiran pasir kuarsa lepas dari Gombang. Pengukuran umur dilakukan di laboratorium Pusat Survei Geologi.

Metoda jejak belah menggunakan mineral zirkon yang terdapat di dalam batupasir kuarsa dan butiran pasir kuarsa lepas. Di laboratorium mineral zirkon ini dipisahkan dari mineral-mineral lainnya. Sebelumnya, batuan digerus memakai *jaw crusher* dan *mill ball crusher*. Penggunaan cairan berat bromoform dan *Frantz isodynamic* separator terhadap hasil ayakan yang menggunakan saringan (60+200) mesh dimaksudkan untuk memisahkan zirkon dengan mineral-mineral lainnya. Preparasi untuk memisahkan zirkon dari batuan dilakukan dengan menggunakan cara Tagami, *drr* (1988).

Pengetsaan zirkon di dalam larutan KOH-NaOH pada suhu 225°C selama 20-23 jam menghasilkan jejak spontan (Ns), sementara jejak induksi (Ni) diperoleh dengan cara mengetsa detektor mika di dalam cairan asam hidrofiorik (HF) selama 20 menit pada suhu 23°C. Penghitungan jejak spontan dan jejak induksi menggunakan mikroskop dengan pembesaran 1.000 kali.

Identifikasi umur memakai metoda EDM (*External Detector Method*), yaitu berdasarkan jejak spontan (Ns) yang dihitung pada kristal dan jejak induksi (Ni) yang dihitung pada detektor mika (Galbraith, 1984). Umur dihitung menggunakan kalibrasi faktor zeta, dengan nilai Zeta sebesar 132. Penghitungan faktor kesalahan (*error*) menggunakan rumus Green. Untuk keperluan ini, iradiasi dilakukan di Pusat Penelitian Nuklir BATAN di Yogyakarta, yang menggunakan Reaktor Triga Mark II berkekuatan 100 KW. Kaca standar untuk zirkon adalah Corning Glass 2, yang mengandung uranium sebesar 36,5 ppm (Fleischer, *drr* 1975).

## DATA LAPANGAN DAN HASIL ANALISIS LABORATORIUM

### Sinopsis Stratigrafi Regional

Batupasir kuarsa yang tersingkap di segmen Gunung Sewu bagian barat (daerah Kabupaten Gunungkidul) sangat menarik dari sisi keragaman geologi (khususnya litologi), mengingat selama ini Gunung Sewu hanya dikenal sebagai kawasan batugamping berbentangalam kars. Jenis batuan bukan-batugamping (selain batuan sedimen tufan dan tuf yang terdapat di dalam satuan batugamping Neogen) merupakan runtunan paling bawah dari himpunan batugamping Formasi Wonosari (Maryanto *drr*, 2014; Maryanto, 2015).

Stratigrafi daerah Gunungkidul, yang termasuk dalam Jalur Pegunungan Selatan Jawa Timur, hampir tidak mengalami perubahan sejak ahli-ahli dari Belanda dan Indonesia yang bekerja antara 1929-1956 memperkenalkan untuk pertama kalinya. Penyempurnaan stratigrafi mulai terjadi pada tahun 1980-an dan seterusnya, khususnya untuk Zaman Kuartar.

Di selatan Pebukitan Jiwo (Bayat, Klaten), himpunan batuan Paleogen Akhir (Oligo-Miosen) yang menempati ujung utara bongkah homoklin Pegunungan Selatan yang miring ke selatan terdiri dari formasi-formasi (dari tua ke muda) Kebo-Butak, Semilir, Nglanggeran dan Sambipitu. Litologinya berupa batuan gunungapi, sedimen klastik asal gunungapi, dan endapan turbidit dengan lingkungan pengendapan yang beragam (darat, pantai, laut dangkal, lereng laut dalam). Tebal seluruhnya tidak kurang dari 1000 m. Satuan ini ditindih oleh batuan karbonat Neogen (Miosen Tengah-Pliosen) dari Formasi Oyo, Formasi Wonosari, dan Formasi Kepek, yang dalam perkembangannya membentuk bentangalam kars sejak permulaan Zaman Kuartar.

Setelah seluruh cekungan terangkat menjadi daratan pada Plistosen Awal kegiatan pengikisan dan denudasi menghasilkan endapan Kuartar. Endapan Kuartar berfasies darat yang penyebarannya hanya setempat-setempat ini terdiri atas endapan sungai dan danau. Sedang endapan material halus gunungapi (tuf) menutupi sebagian permukaan batugamping yang hampir seluruhnya sudah mengalami kartifikasi.

Proses pengangkatan yang masih berlangsung hingga sekarang membentuk bentangalam seperti gawir pantai terjal, undak-pantai, undak-sungai, ceruk abrasi (*sea-level notches*) dengan atapnya yang semakin bertambah tinggi dari rerata muka laut, serta mulai tersingkapnya endapan-gisik (*beach-rocks*) yang tampak jelas ketika air laut surut (Tjia & Samodra, 2011).



## HASIL PENGAMATAN LAPANGAN

### Desa Wediwutah

Di daerah Wediwutah (selatan Wonosari) yang litologinya dikuasai oleh batugamping Formasi Wonosari setempat tersingkap batupasir kuarsa (Gambar 2). Batupasir kuarsa tersingkap dengan baik di sebelah selatan telaga kecil, pada koordinat  $8^{\circ}1'5.41''\text{LS}/110^{\circ}40'14.56''\text{BT}$ . Telaga musiman ini dikembangkan menjadi embung untuk menampung air hujan. Singkapan batupasir tersebut menempati bentangalam pebukitan menggelombang yang hampir serupa dengan batugamping, sehingga kehadirannya sering luput dari pengamatan. Tetapi, adanya butiran-butiran kuarsa lepas di permukaan dan di dasar telaga ketika kering mengindikasikan kehadiran batupasir kuarsa selain batugamping.

Batupasir kuarsa di lokasi ini menempati sebuah pematang bukit setinggi sekitar 20 meter dari permukaan telaga. Bekas penggalian pasir menyingkapkan lapisan batupasir setebal lebih dari 2 m. Batupasir berwarna coklat muda hingga kekuningan ini berlapis baik, dengan tebal rata-rata 20 cm. Butiran kuarsa yang menyusunnya berukuran sedang hingga kasar, menyudut tanggung-membundar tanggung, serta membentuk kemas tertutup. Litologi yang masih segar dan bersifat kompak ini mempunyai kemampuan meluluskan air kecil. Setempat teramati adanya struktur perarian sejajar dan perlapisan bersusun.

Batupasir yang berada di depan lubang bekas galian mengalami pelapukan kuat, menghasilkan tanah berwarna kuning kemerahan yang kaya butiran lepas kuarsa berukuran agak kasar (Gambar 3). Sementara itu



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 2.** Singkapan batupasir di daerah Wediwutah.

batupasir yang menempati pematang bukit di atas bekas penggalian, di sebelah barat telaga yang kering, tersingkap setebal lebih dari 10 m. Lapisannya melampar ke arah timur, dengan kemiringan kurang dari  $10^{\circ}$ . Pematang bukit di utara telaga juga ditempati oleh batupasir berkuarsa. Batuanya terkekarkan hampir arah barat-timur, dengan jarak antar kekar sekitar 1,5-2 m. Oleh penduduk setempat lahan singkapan batupasir ini dijadikan kebun jati.

Karena pengikisan oleh air hujan, permukaan batupasir menjadi berlubang-lubang dan memberi kenampakan seperti *lapies* pada batugamping (Gambar 4). Lebih ke utara kenampakan *lapies* semakin kuat, dan batupasirnya banyak mengandung fosil (moluska, koral, foraminifera besar). Sifat gampingan menjadi lebih nyata seiring dengan berkurangnya jumlah kuarsa, dan runtunan batuanpun berubah menjadi batugamping klastik. Perubahan litologi ini terjadi secara berangsur. Lereng pematang bukit dan daerah rendahan di sekitarnya dilapisi oleh tanah tipis berwarna kuning kemerahan setebal maksimum 50 cm, dan banyak mengandung butiran kuarsa berukuran halus hingga sedang.

### Desa Gombang

Litologi di daerah sekitar 3 km timur Wediwutah (daerah Gombang, pada koordinat  $8^{\circ}1'27.33''\text{LS}/110^{\circ}42'48.38''\text{BT}$ ) juga dikuasai oleh batugamping klastik (Gambar 5) yang berhimpunan dengan terumbu. Lapisan batugamping yang dikelompokkan ke dalam Formasi Wonosari ini, seperti di Wediwutah, miring ke selatantenggara sebesar  $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$ . Batugamping klastik dan bioklastik umumnya menempati pematang pebukitan setinggi sekitar 50 m dari permukaan dataran setempat.



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 3.** Batupasir kuarsa lapuk yang kaya butiran lepas kuarsa di daerah Wediwutah.

Di timur dan selatan dataran terdapat beberapa bukit batugamping yang terisolir.

Batugamping bertekstur klastik berwarna coklat muda, sebagian coklat kekuningan, berbutir sedang hingga agak kasar (kalkarenit), dan berlapis baik. Sedang batugamping bioklastik yang lebih pejal banyak mengandung koral, foraminifera, moluska, dan setempat rodolit. Batugamping jenis ini mempunyai ukuran butir yang sangat beragam, yaitu dari halus (terdukung oleh lumpur karbonat: *wackstone*) hingga kasar (terdukung oleh butiran: *packstone*, *grainstone*). Batugamping jenis *packstone* dan *grainstone* mempunyai butiran berbangun menyudut tanggung hingga membundar tanggung, membentuk kemas agak terbuka, dan terpilah sedang (Gambar 6).

Sebuah dataran di lereng pematang bukit menjadi tempat pengendapan pasir kuarsa lepas yang bercampur dengan endapan *terra-rossa*. Ukuran butir kuarsanya sedikit lebih kasar dibanding mineral serupa yang dijumpai di Wediwutah. Penelitian di lapangan tidak menemukan singkapan segar batuan berkuarsa yang diduga menjadi sumber dari kuarsa lepas Gombang. Lempung berwarna kemerahan yang menempati daerah-daerah rendahan di dasar lereng pematang pebukitan, yang selama ini ditafsirkan sebagai endapan *terra-rossa*, bolehjadi sebenarnya adalah tuf lapuk yang mengandung kuarsa.

### Hasil Analisis Petrografi

Dua percontoh batupasir kuarsa yang terdapat di daerah Wediwutah dikumpulkan untuk keperluan analisis petrografi. Satu percontoh, melalui sayatan tipisnya menunjukkan kenampakan batuan yang terdukung oleh butiran, yang disusun oleh hablur tunggal (*monocrystalline*) kuarsa berukuran maksimum 2,2

mm. Kuarsa yang mempunyai pepadaman pejal dan bergelombang ini berbangun menyudut tanggung hingga membundar, dan terpilah sedang. Beberapa mineral kuarsa mengalami pertumbuhan (*overgrowth*) karena proses diagenesis pasca batuan diendapkan. Komponen lainnya, dengan jumlah yang sangat terbatas, berupa kuarsa jamak (*polycrystalline*), felspar lapuk, kepingan argilit yang teroksidasi, dan mineral yang tidak tembus cahaya. Sentuhan antar butiran dapat berupa titik, garis memanjang, dan melengkung. Sentuhan yang melengkung disebabkan oleh pepadatan sedimen. Masa dasar batuan berupa mineral lempung yang teroksidasi, yang menyebar di antara butiran dan sering tampak terkacaukan dengan perekatnya (Gambar 7).

Sayatan tipis dari percontoh batupasir kuarsa lainnya juga memperlihatkan dukungan butiran. Butiran tunggal kuarsa berbagai ukuran, sehingga memperlihatkan pemilahan buruk, mempunyai panjang maksimum 2,8 mm.



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 5.** Singkapan batugamping klastik di daerah Gombang.



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 4.** Permukaan batupasir yang berlubang-lubang.



Sumber : Dok. Penulis

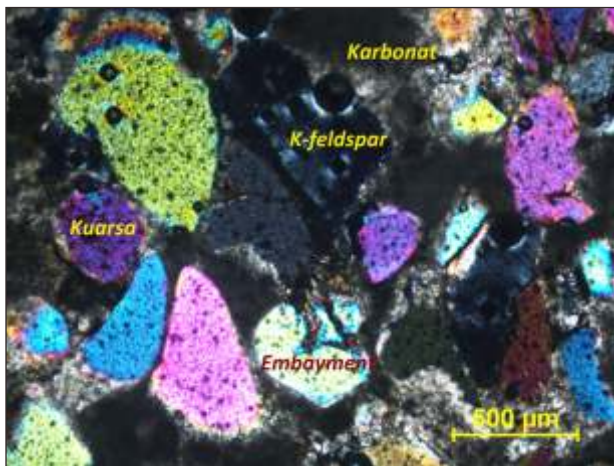
**Gambar 6.** Batugamping bioklastik yang kaya rodolit.



Beberapa butiran kuarsa mengalami pertumbuhan dengan membentuk hablur kuarsa berukuran sangat halus yang menyatu dengan butiran awalnya (*anhedral mosaic*). Masa dasarnya yang berupa lempung bercampur dengan mikrokristalin kuarsa anhedral, yang berasal dari proses penyilikaan mineral lempung itu sendiri (Gambar 8).

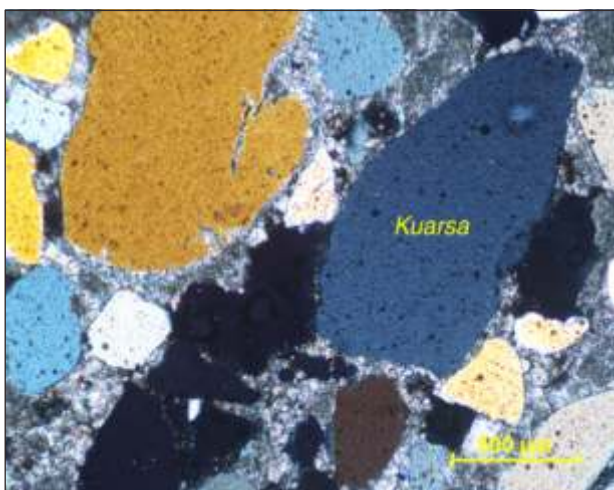
Dua percontoh batupasir kuarsa (*quartz arenites*) yang disebutkan di atas ditafsirkan sebagai endapan dekat pantai (gisik), yang menerima rombakan kuarsa dari sungai yang mengangkutnya.

Dari daerah Wediwutah, dikumpulkan satu percontoh batupasir gampingan, satu percontoh batugamping



Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 7.** Kenampakan batupasir kuarsa di bawah mikroskop dengan bangun kuarsanya yang menyudut tanggung hingga membulat dan sebagian mengalami pertumbuhan pasca sedimentasi. Posisi nikol bersilang.



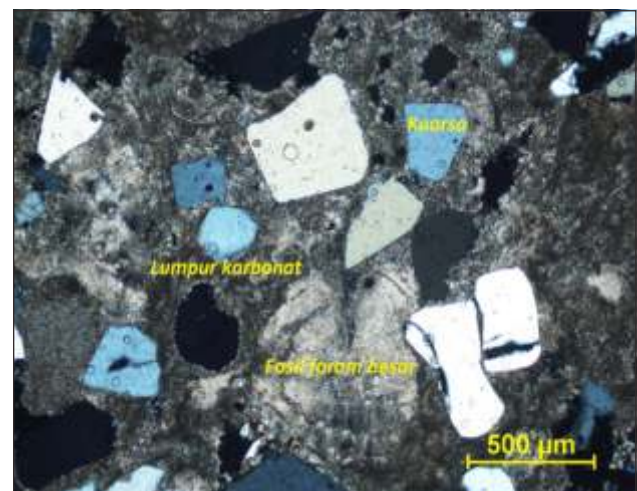
Sumber : Dok. Penulis

**Gambar 8.** Kenampakan batupasir kuarsa lainnya di bawah mikroskop di mana beberapa kuarsa mengalami pertumbuhan membentuk anhedral mozaic. Posisi nikol bersilang.

pasiran, dan dua percontoh batugamping yang mewakili runtunan batuan dengan letak stratigrafi yang lebih atas (muda). Percontoh-percontoh ini digunakan untuk keperluan analisis petrografi.

Sayatan tipis batupasir gampingan menampakkan bahwa batuan yang bertekstur klastik ini terdukung oleh butiran kuarsa terbangun menyudut tanggung hingga membulat tanggung yang jumlahnya mencapai 25%, sedikit felspar, dan fosil (foraminifera, koral, ganggang). Butiran berjenis *skeletal* dan *non-skeletal* ini berukuran rata-rata 0,6 mm, maksimum 1,4 mm. Sentuhan antar butiran dapat berupa titik atau garis memanjang. Batuan menampakkan kemas agak tertutup dan terpilah sedang. Masa dasarnya berupa lempung, dengan perekat silika dan kalsit. Sistem keporian batuan dibentuk oleh rongga dan ruang antar butiran (Gambar 9). Berdasarkan tekstur dan jenis butirannya, litologi ini ditafsirkan terbentuk di lingkungan paparan laut dangkal yang terbuka.

Melalui sayatan tipisnya, batugamping pasiran yang bertekstur klastik tampak terdukung oleh butiran *skeletal* yang dikuasai oleh foraminifera dan butiran *non-skeletal* kuarsa berukuran rata-rata 0,5 mm (maksimum 2,1 mm). Kuarsanya mempunyai bangun membulat tanggung hingga membulat. Pemilahan batuan tergolong sedang, dengan kemas yang sedikit terbuka. Butiran yang tertanam di dalam masa dasar lumpur karbonat direkat oleh kalsit. Keporisan batuan dibentuk oleh rongga dan ruang antar butir (Gambar 10). Batuan ditafsirkan terbentuk di paparan laut dangkal.



Sumber : Dok. Penulis

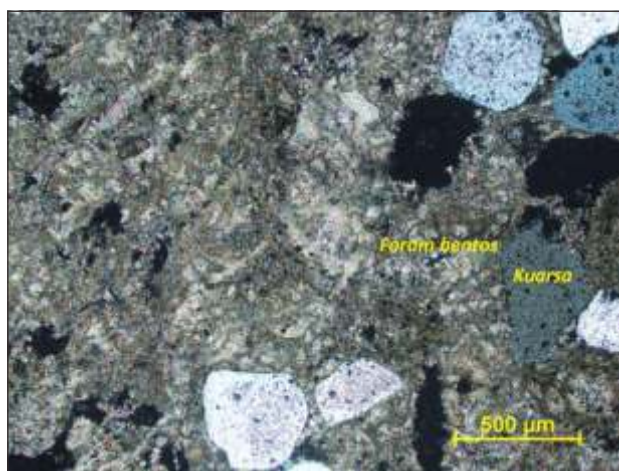
**Gambar 9.** Kenampakan batupasir gampingan di bawah mikroskop dengan butiran skeletal (fosil) dan non-skeletal (kuarsa). Posisi nikol bersilang.

Di bawah mikroskop, batugamping jenis *wackstone* yang terdukung oleh lumpur mengandung fosil foraminifera besar (yang sebagian digantikan oleh kalsit) dan ganggang. Butiran-butiran skeletal yang rata-rata berukuran 0,3 mm direkat oleh kalsit, di dalam masa dasar lumpur karbonat yang sebagian telah mengalami diagenesis membentuk *microspar* (Gambar 11). Lingkungan pembentukan batuan ditafsirkan berupa paparan laut dangkal yang terbuka.

Batugamping jenis *packstone*, dengan kenampakkannya yang terdukung lumpur disusun terutama oleh butiran *skeletal* berupa foraminifera, ganggang, dan koral yang berukuran rata-rata 0,6 mm, dan sedikit butiran *non-skeletal* berupa mineral yang tidak tembus cahaya. Sebagian foraminifera digantikan oleh kalsit halus. Masa dasar batuan adalah lumpur karbonat, dengan perekat kalsit. Sebagian lumpur karbonat mengalami diagenesis menjadi *pseudospar* (Gambar 12). Batuan ditafsirkan terbentuk di lingkungan laut dangkal, berupa paparan terbuka.

### Hasil Penentuan Umur Mutlak

Penentuan umur mutlak batupasir kuarsa dan pasir kuarsa lepas Wediwutah serta pasir kuarsa lepas Gombang dengan metoda jejak belah menggunakan mineral zirkon sebagai mineral penentu umur. Hasil penghitungan umur mutlak terhadap tiga percontoh yang dikumpulkan dari daerah Wediwutah dan Gombang terungkap pada Tabel. Pentarikhan dikerjakan oleh Rusdiansyah dari Laboratorium Pusat Survei Geologi dengan menggunakan nilai zeta  $130 \pm 0$  dan gelas CN -2/36,7 ppm.



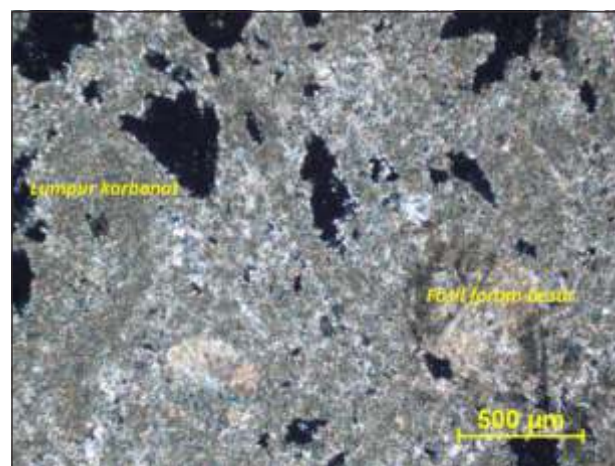
Sumber : Dok. Penulis

Gambar 10. Kenampakan batugamping pasir di bawah mikroskop di mana butiran skeletal yang dikuasai oleh foraminifera jumlahnya relatif lebih banyak dibanding butiran non-skeletal (kuarsa). Posisi nikol bersilang.

Percontoh batupasir kuarsa dan pasir kuarsa lepas dari daerah Wediwutah keduanya menghasilkan umur mutlak yang relatif sama, yaitu sekitar 12,6 juta tahun dengan kisaran plus dan minus antara 1,1-1,2 juta tahun. Umur ini menunjukkan kala akhir Miosen Tengah (jenjang Serravalian, atau sekitar N12). Sedang umur pasir kuarsa lepas Gombang adalah dua kali lebih tua yaitu  $24,3 \pm 2,9$  juta tahun, atau Oligosen Akhir (jenjang Chattian).

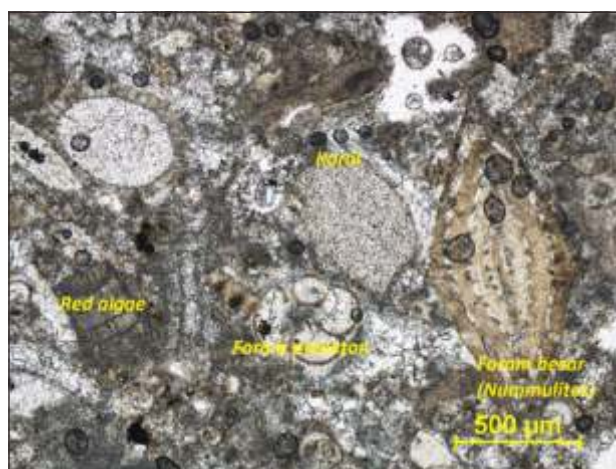
### DISKUSI

Seperti disebutkan sebelumnya, sebagian besar daerah Gunungkidul disusun oleh batuan karbonat. Himpunan batugamping yang berumur Neogen ini terdiri dari Formasi Oyo, Formasi Wonosari, dan Formasi Kepek yang menempati sebuah paparan karbonat (Lokier, 2000a, 2000b; Samodra, 2005).



Sumber : Dok. Penulis

Gambar 11. Kenampakan *wackstone* di bawah mikroskop. Posisi nikol bersilang.



Sumber : Dok. Penulis

Gambar 12. Kenampakan *packstone* di bawah mikroskop. Posisi nikol sejajar.



**Tabel 1.** Hasil analisis zirkon untuk pentarikan jejak belah dari batupasir kuarsa daerah Wediwutah dan sekitarnya, Gunungkidul, Yogyakarta, dengan menggunakan nilai zeta  $130 \pm 0$  dan gelas CN-2/36,7 ppm

NO.	KODE PERCONTOH	JUMLAH KRISTAL	JUMLAH JEJAK SPONTAN (Ns)	JUMLAH JEJAK INDUKSI (Ni)	P(x <sup>2</sup> ) (%)	URANIUM (ppm)	UMUR (JUTA TAHUN)
1.	14/EYP/19B	13	838	2.204	0,0	221,8	12,6 ± 1,2
2.	Pasir Kuarsa Lepas (Wediwutah)	16	230	976	7,3	124,8	12,6 ± 1,1
3.	Pasir Kuarsa Lepas (Gombang)	12	371	856	1,6	134,7	24,3 ± 2,9

Sumber : olahan penulis

Formasi Oyo yang berfasies klastik gampingan dan tufan (Samodra, 2007), yang ke selatan berubah menjadi fasies terumbu (Bemmelen, 1949), bagian atasnya menjemari dengan bagian bawah Formasi Wonosari. Formasi Wonosari sendiri disusun oleh batugamping bersisipan napal, yang berhimpunan dengan terumbu. Sedang Formasi Kepek, menurut pengusulnya (Bemmelen, 1949) merupakan satuan batugamping klastik termuda dengan penyebaran yang relatif sempit di sekitar Wonosari (Desa Kepek, yang sekaligus menjadi lokasi tipenya). Sartono (1976) menyatakan Formasi Kepek mengisi cekungan kecil yang dibatasi oleh sesar-sesar barat-timur dan utara-selatan.

Formasi Wonosari yang tersingkap di daerah Gunungkidul, di sekitar Wonosari, oleh Samodra (2005) ditafsirkan berumur Miosen Tengah (N13-N14). Umur nisbi ini ditentukan melalui kumpulan foraminifera plankton yang terdapat di dalam batugamping, terutama berdasarkan pemunculan awal *Sphaeroidinella subdehiscens* Blow dan masih hadirnya *Globorotalia siakensis* LeRoy.

Di daerah Wediwutah, lapisan batupasir kuarsa yang menempati sebuah pematang bukit kecil di sekitar telaga bersentuhan langsung dengan batugamping. Letak stratigrafi dari batupasir kuarsa ini, yang bagian alasnya tidak tersingkap, berada di bawah batugamping. Perubahan dari batupasir menjadi batugamping terjadi secara berangsur. Runtunan batuan di daerah perubahan dikuasai oleh batupasir gampingan dan batugamping pasiran dalam bentuk sisipan. Sifat gampingan ini disebabkan oleh mulai hadirnya fosil yang memiliki cangkang karbonat.

Meskipun tidak dilakukan analisis paleontologi, pengamatan rinci hubungan antar lapisan batuan yang menerus di daerah peralihan antara batupasir dan batugamping menunjukkan bahwa batupasir kuarsa diendapkan di lingkungan dekat pantai (gisik). Pada laut yang relatif lebih dalam, yaitu menuju pusat

cekungan, baru berkembang fasies batugamping klastik (Maryanto, 2015). Di pinggiran cekungan, pada kedalaman yang memungkinkan, terbentuk terumbu.

### Daerah Wediwutah

Sedimentasi pada akhir Miosen Tengah yang membawa butiran kuarsa, yang dirombak dari batuan sumbernya di daratan, berlangsung dalam keadaan tenang. Kejadian di daerah gisik atau laut yang sangat dangkal ini, tanpa pengaruh gerak-gerak tektonik yang berarti, memungkinkan terbentuknya batupasir kuarsa yang berlapis tebal. Pengendapan butiran kuarsa berukuran kasar yang disusul oleh butiran mineral sejenis yang ukurannya lebih halus secara berulang-ulang menghasilkan struktur sedimen peralihan bersusun dan perarian sejajar. Jika diamati, sebagian struktur perarian sejajar itu disusun oleh perulangan struktur peralihan bersusun.

Selanjutnya, sedimentasi menghasilkan batugamping klastik yang diduga bersumber dari rombakan terumbu. Banyaknya penggalan koral pada batugamping klastik mendukung penafsiran ini. Sebelum fasa sedimentasi dikuasai oleh batugamping, pengendapan batupasir dipengaruhi oleh unsur gampingan. Larutan kalsium karbonat, sebelum menghablur menjadi kalsit, mengisi rongga antar butiran kuarsa dan menghasilkan batupasir kuarsa gampingan. Batuan ini juga mengandung fosil bercangkang karbonat, sehingga menambah sifat gampingannya. Pengendapan ini berlangsung di daerah peralihan antara batupasir dan batugamping.

Setelah cekungan terangkat menjadi daratan pada permulaan Kuartar, batupasir kuarsa Wediwutah mengalami pelapukan dan pengikisan. Kuarsa yang sebelumnya terekat di dalam batuan menjadi lepas, membentuk butiran-butiran lepas. Butiran ini diangkut oleh air hujan larian, dan diendapkan di daerah rendahan atau di lereng bukit yang tidak jauh dari singkapannya. Pada saat yang berbarengan,



batugamping yang menindih batupasir kuarsa juga mengalami pelarutan, pelapukan dan pengikisan. Tanah hasil pelapukan batugamping membentuk *terra-rossa* berwarna merah tua hingga kehitaman. Di beberapa tempat, seperti di dasar Telaga Wediwutah, butiran kuarsa lepas dijumpai bercampur dengan endapan *terra-rossa* yang bersifat lempungan. Kejadian ini diduga masih menerus hingga Resen.

### Daerah Gombang

Pada kurun waktu yang sama, yaitu akhir Miosen Tengah, batugamping yang menguasai daerah Gombang (3 km timur Wediwutah) juga terangkat menjadi daratan. *Terra-rossa* mulai terbentuk, dan diangkut oleh air hujan larian ke lekuk-lekuk rendahan di sekitar bukit dan pematang pebukitan batugamping hingga sekarang. Endapan berwarna kemerahan dan kehitaman ini umumnya bersifat lempungan.

Di lapangan, endapan itu bercampur dengan butiran kuarsa lepas. Jika di Wediwutah butiran serupa dirombak dari batupasir kuarsa yang singkapannya ditemukan, maka tidak demikian halnya dengan di Gombang. Batuan berkuarsa yang terombak dan menghasilkan butiran-butiran kuarsa lepas tidak dijumpai. Litologi di daerah ini dikuasai oleh batugamping dan endapan lempung bercampur kuarsa yang ditafsirkan sebagai endapan *terra-rossa*, yang terbentuk sejak batugamping terangkat pada permulaan Kuartar hingga Resen.

Kuarsa lepas Gombang berwarna agak bening, dan mempunyai ukuran butir yang relatif lebih besar dibanding kuarsa Wediwutah. Oleh sebab itu bidang-bidang kristalnya masih dapat diamati, meskipun umumnya sudah rusak atau setengah rusak. Seperti di Wediwutah, kuarsa di Gombang bercampur dengan zirkon dan sedikit mineral mafik.

### Asal Kuarsa

Penafsiran asal atau sumber kuarsa yang menghasilkan batupasir kuarsa di Wediwutah dan butiran pasir kuarsa lepas di Gombang merupakan pendugaan awal yang bersifat hipotetis. Penelitian lanjutan di masa mendatang akan menguji hipotesis tersebut.

Smyth (2005) yang melakukan penelitian kegunungapian jauh di sebelah utara menyebutkan adanya fenomena kegunungapian tua di daerah yang sekarang ditempati oleh Pematang Baturagung. Vulkanisme yang berlangsung selama Oligosen Akhir-Miosen Awal itu menghasilkan batuan gunungapi yang diendapkan di lingkungan dekat laut hingga laut

dangkal. Kegiatan gunungapi mencapai puncaknya sekitar 20 juta tahun lalu (akhir Miosen Awal), yaitu ketika terjadi peletusan besar bertipe Plinian. Letusan ini menghasilkan endapan tuf yang sangat banyak, dan tersebar luas di daerah Gunungkidul dan sekitarnya. Bersama litologi lainnya, runtunan batuan yang terbentuk dikenal dengan Formasi Semilir. Selain kaya batupung, tuf Formasi Semilir juga banyak mengandung kuarsa. Peristiwa kegunungapian berhenti sekitar 10 juta tahun lalu (pertengahan Miosen Akhir).

Hingga tahun 2008, Smyth melanjutkan penelitiannya hingga daerah di sebelah timurnya, yaitu Pacitan (Smyth *dr*; 2005; 2007; 2008). Berkaitan dengan pengaruh gunungapi Miosen terhadap penyebaran batupasir kuarsa di daerah Pegunungan Selatan Jawa Timur, mereka mengidentifikasi Formasi Jaten sebagai menjadi model perianya. Formasi Jaten yang tersingkap di Lembar Pacitan (Sartono, 1964 dlm. Samodra *dr*; 1992) merupakan runtunan batupasir kuarsa yang berselingan dengan batulumpur dan lignit. Singkapannya berdekatan dengan batuan terobosan bersusunan asam (dasit). Butiran kuarsa lepas di daerah Jaten bangunnya sangat khas, yaitu bipiramida, euhedral, dan mempunyai bidang-bidang kristal yang bagus.

Berdasarkan hasil penarikan zirkon dengan metoda U-Pb, Formasi Jaten berumur  $19 \pm 1$  juta tahun (Smyth *dr*; 2008). Merekapun menggolongkan kuarsa yang terkandung di dalam batupasir Formasi Jaten sebagai kuarsa bertipe vulkanik, yang berasal dari abu gunungapi yang dihasilkan oleh letusan Plinian dari magma yang kaya kristal. Selama mengalir, atau jatuh, atau terendapkan kembali melalui proses epiklastik, material itu selanjutnya mengalami pemilahan.

Menentukan batuan asal yang menghasilkan kuarsa di daerah Wediwutah dan sekitarnya bukan hal yang mudah, mengingat data yang dapat dikumpulkan dari lapangan sangat terbatas. Oleh karenanya, penafsiran yang akan didiskusikan berikut ini hanyalah salah satu dari sekian banyak kemungkinan yang sifatnya hipotetis.

Kajian asal (*provenance*) kuarsa tidak harus mengarah pada keterdapat batuan asam (umumnya granit) yang terdapat di daratan (benua) yang sudah stabil. Pada kenyataannya, batupasir kuarsa juga dapat terbentuk melalui banyak proses dan penyebab. Di antaranya adalah pelapukan kimiawi (Friis, 1978 dalam Smyth, 2005), keadaan relief topografi dan batuan sedimen yang dihasilkan oleh siklus tunggal (Johnson *dr*; 1991 dalam Smyth, 2005), diagenesis (Franca *dr*; 2003 dalam Smyth, 2005), dan proses gunungapi (Rose & Chesner, 1987; Carey & Sigurdsson, 2000).

Untuk mencapai hasil optimal, pengenalan dan identifikasi lanjut kuarsanya sendiri secara optik setidaknya menggunakan mikroskop yang memadai seperti SEM-CL (*Scanning Electron Microscope Cathodoluminescence*). Ini disebabkan karena kuarsa memiliki karakteristik sendiri-sendiri, yang berbeda antara satu dengan lainnya sesuai khuluk (*origin*) dan proses pembentukan masing-masing. Meskipun sama-sama terdapat di dalam batuan beku, kuarsa pada batuan plutonik, batuan *hipabbysal*, dan batuan vulkanik memiliki ciri sendiri-sendiri. Begitu pula dengan kuarsa yang terdapat di dalam batuan malihan, urat hidrotermal, rijang, dan batuan sedimen yang mengalami siklus-ulang (Folk, 1956; Basu *dr*, 1975; Donaldson & Henderson, 1988).

Berdasarkan ciri-ciri fisik mineral yang teramati di bawah mikroskop seperti butirannya yang kebanyakan monokristalin, sering hadir dalam bentuk butiran yang mengumpul (*aggregate grains*), berwarna jernih, agregat mikrokristalinnya sering berubah menjadi polikristalin, kecenderungan adanya proses *melt-inclusion* meskipun dari percontoh yang diamati kurang begitu nyata, dan mempunyai pemadaman (*zoning*) maka kuarsa Wediwutah ditafsirkan sebagai kuarsa bertipe vulkanik. Keadaan ini korelatif dengan kuarsa dari daerah Jaten yang diidentifikasi oleh Smyth *dr* (2008), mengingat keduanya terletak di jalur yang sama yaitu Busur Pegunungan Selatan Jawa Timur. Busur vulkanik atau magmatik tua di Pulau Jawa, yang namanya diperkenalkan oleh Smyth (2005), ini aktif selama Eosen hingga Miosen Awal.

Jika sumber kuarsa pada batupasir di Jaten adalah abu (tuf) yang dihasilkan oleh peletusan besar gunungapi yang terdapat di salah satu bagian busur magmatik tua Kenozoikum di Jawa Timur (Smyth *dr*, 2008), maka boleh jadi sumber kuarsa pada batuan sejenis di Wediwutah berasal dari endapan tuf Formasi Semilir yang melampar luas di daerah Gunungkidul bagian utara (Pematang Baturagung). Tetapi penafsiran seperti ini terlalu dipaksakan, mengingat umur kuarsa Wediwutah berada di luar kisaran umur termuda busur vulkanik Pegunungan Selatan, yang menurut Smyth (2005) adalah Miosen Awal (19 juta tahun, umur batuan sumber kuarsa Jaten).

Oleh karenanya akan lebih mudah dipahami, meskipun belum dapat dibuktikan, jika sumber kuarsa Wediwutah yang bertipe vulkanik adalah material gunungapi (tuf)

yang berumur sekitar 12 juta tahun (akhir Miosen Tengah). Satu-satunya material gunungapi yang relatif hampir seumur dengan angka itu adalah tuf pada Formasi Oyo. Litologi ini hadir sebagai sisipan pada batuan klastik gampingan dan batugamping. Tetapi, meskipun belum ada kajian rincinya, tuf Formasi Oyo yang bersifat andesitan (Bothe, 1929) mungkin tidak mengandung kuarsa sejumlah yang diperlukan. Oleh karenanya, untuk menjawab masalah itu diperlukan kajian mineralogi terhadap tuf Formasi Oyo.

Oleh Smyth (2005), tuf Formasi Semilir ditentukan berumur sekitar 20 juta tahun (akhir Miosen Awal). Material ini juga dihasilkan oleh peletusan tipe Plinian dari gunungapi yang terdapat di Pematang Baturagung sekarang. Tidak seperti kuarsa Wediwutah, kuarsa Gombang yang berumur  $24,3 \pm 2,9$  juta tahun mudah dihubungkan dengan tuf ini.

Tetapi mengingat pasir kuarsa Gombang hanya dijumpai dalam bentuk butiran lepas yang terserak di permukaan, maka untuk kepastiannya perlu dilakukan pengecekan-ulang. Kajian dikonsentrasikan pada pencarian singkapan tuf Miosen Awal Formasi Semilir, yang dicurigai menjadi sumber kuarsa setelah litologi itu mengalami pelapukan dan denudasi. Boleh jadi tanah merah yang mengandung butiran lepas kuarsa, yang selama ini diduga sebagai *terra-rossa*, sebenarnya adalah pelapukan tuf Semilir yang dimaksud.

Jika permasalahan batuan sumber kuarsa dihubungkan dengan fenomena kegunungapian tua di pantai selatan Gunungkidul, maka korelasi itu juga tidak tepat. Dari sisi umur, kecuali pasir kuarsa Gombang, barangkali mendukung. Tetapi perlunya kehadiran batuan sumber yang kaya kuarsa akan menjadi pertimbangan tersendiri.

Kubah (*cryptodome*) Gunung Batur di daerah Wediombo (timurlaut Pantai Siung), sebagaimana disebutkan oleh Hartono & Bronto (2007) disusun oleh batuan andesitan yang sangat miskin kuarsa. Oleh Setijadji & Watanabe (2009) batuan di Gunung Batur ditentukan berumur  $13,22 \pm 0,62$  juta tahun (pertengahan Miosen Tengah).

Berbagai kemungkinan tentang sumber kuarsa yang membentuk batupasir di Wediwutah dan di Gombang sebagaimana didiskusikan di atas semuanya adalah hipotetis. Penelitian lanjutan diproyeksikan dapat memecahkan permasalahan ini.



## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari semua uraian yang disebutkan sebelumnya adalah :

Kehadiran batupasir kuarsa di daerah Wediwutah dan butiran pasir kuarsa lepas di Gombang adalah temuan baru, karena sebelumnya belum pernah dilaporkan. Temuan ini berimplikasi pada pengkayaan jenis litologi yang menyusun runtunan paling bawah dari satuan batugamping Neogen Formasi Wonosari, dan kemungkinan adanya “jendela” tuf Miosen Awal yang luput dari pengamatan. Secara praktis informasi ini setidaknya dapat menceritakan sejarah geologi setempat, yang melengkapi rekaman kejadian dinamika bumi dan keragaman geologi di daerah Gunung Sewu bagian barat selama Akhir Paleogen hingga Neogen.

Penafsiran batuan asal (*provenance*) atau asal kuarsa masih bersifat hipotetis, sehingga membuka peluang

untuk dilakukannya penelitian lanjutan yang lebih rinci. Hipotesis bahwa kuarsa berasal dari dua sumber yang berbeda, yaitu dari tuf Formasi Oyo (untuk daerah Wediwutah) dan dari tuf Formasi Semilir (untuk daerah Gombang) adalah pendugaan awal di dalam penelitian disini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang telah mengizinkan dilakukannya kegiatan penelitian di lapangan. Ucapan yang sama juga ditujukan kepada Tim *Geodiversity* dan *Geoheritage* Gunung Sewu Sam Permanadewi, A. Ratdomopurbo, Sigit Maryanto, Emma Yan Patriani, Dadan Rusdiansyah, dan Arief Prabowoyang banyak membantu kegiatan di lapangan dan di laboratorium.

## ACUAN

- Basu, A.S., Young, W., Suttner, L.J., James, W.C. and Mack, G.H., 1975. Re-evaluation of the use of undulatory extinction and polycrystallinity in detrital quartz for provenance interpretation. *Jour. Sed. Petrology*, 45:873-883.
- Bemmelen, R.W. van, 1949. *Geology of Indonesia, Vol. IA*. Martinus Nijhoff, The Hague, Netherland.
- Bothe, A.Ch.D., 1929. Jiwo Hills and Southern Range. Exc. guide, IV<sup>th</sup> Pacific Science Congress Java, Bandung, 1-14.
- Carey, S. and Sigurdsson, H., 2000. Grain size of Miocene volcanic ash layers from sites 998, 999 and 1000: Implications for source areas and dispersal. *Proc. Ocean Drilling Program, Scientific Results*, College Station, Ocean Drilling Program, 165, 101-113.
- Donaldson, C.H. and Henderson, C.M.B., 1988. A new interpretation of round embayments in quartz crystals, *Mineralogy Magazine*, 52:27-33.
- Fleischer, R.L., Price, P.B. and Walker, R.M., 1975. *Nuclear tracks in solids: Principles and applications*. University of California Press, Berkeley.
- Folk, R.L., 1956. The role of texture and composition of sandstone classification Discussion. *Jour. Sed. Petrology*, 26:166-171.
- Galbraith, R.F., 1981. On statistical models of fission track counts. *Math. Geol.*, 13:471-478.
- Hartono, G. and Bronto, S., 2007. Asal-usul pembentukan Gunung Batur di daerah Wediombo, Gunungkidul, Yogyakarta. *JGI*, v.2, no.3:143-158.
- Lokier, S.W., 2000a. The Miocene Wonosari Formation, Java, Indonesia: volcanoclastic influences on carbonate platform development. Ph.D thesis, University of London.
- Lokier, S.W., 2000b. The development of the Miocene Wonosari Formation, south Central Java. *Proc. Indon. Petrol. Assoc.*, 27<sup>th</sup> Ann. Meeting, 217-222.
- Maryanto, S., 2015. Sedimentologi dan diagenesis batugamping Formasi Wonosari di Ngrijang Sengon, Pacitan Jawa Timur. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral* 16 : 213-229
- Maryanto, S., Permanadewi, S., dan Samodra. H., 2014. Mikrofases dan diagenesis batugamping Formasi Wonosari di Lintasan Goa Gong, Pacitan, Jawa Timur. *Majalah Geologi Indonesia* 29: 143-159

- 
- Rose, W.I. and Chesner, C.A., 1987. Dispersal of ash in the great Toba eruption, 75 ka. *Geology*, 15:913-917.
- Samodra, H., 2005. *Potensi sumberdaya alam kars Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta*, Publikasi Seri Kars Gunung Sewu, Buku Kesatu, ISBN 979-551-004-5. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Samodra, H., 2007. Korelasi antara morfogenesis dan perkembangan Lembah Sadeng dengan pola arah struktur geologi akibat tektonik di kawasan Kars Gunung Sewu, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. Tesis S-2, Program Magister, Program Studi Ilmu Pengembangan Kewilayahan Pertambangan dan Sumberdaya Mineral, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Samodra, H., S. Gafoer & S. Tjokrosapoetro, 1992. *Geologi Lembar Pacitan, Jawa, skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sartono, S., 1976. Genesis of the Solo terraces. *Modern Quaternary Res. SE Asia*, 2:1-21.
- Setijadji, L. D. and Watanabe, K., 2009. Updated age data of volcanic centers in Southern Mountains of Central-East Java Island, Indonesia. *Geol. Soc. Am., Spec. Paper*, 436 p.
- Smyth, H.R., 2005. Eocene to Miocene basin history and volcanic activity in East Java, Indonesia. Ph.D. thesis, University of London.
- Smyth, H.R., Hall, R. and Nichols, G.J., 2008. Significant volcanic contribution to some quartz-rich sandstones, East Java, Indonesia. *Jour. Sed. Res.*, 78:335-356.
- Smyth, H.R., Hall, R., Hamilton, P.J. and Kinny, P., 2005. East Java: Cenozoic basins, volcanoes and ancient basement. *Proc. Indon. Petrol. Assoc.*, 30<sup>th</sup> Ann. Conv., Jakarta, 251-266.
- Tagami, T., Nand Lal, Sorkhabi Rasoul, B., Ito, H. and Nishimura S., 1988. *Fission track dating using external detector method: A laboratory procedure*. Faculty of Science, Kyoto University, Series of Geol & Mineral. Vol. LIII:1-30.
- Tjia, H.D. and Samodra, H., 2011. Active crustal deformation at the coast of Gunung Sewu, Jawa. *Proc. Asian Trans-Karst Conference*, Yogyakarta.
-