

LITOSTRATIGRAFI PEGUNUNGAN SELATAN BAGIAN TIMUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DAN JAWA TENGAH

Surono

Pusat Survei Geologi
Jl. Diponegoro No. 57 Bandung 40122

SARI

Bagian tengah Pegunungan Selatan, yang tersebar timur - barat mulai Parangtritis (Yogyakarta) sampai Dataran Baturetno (Wonogiri, Jawa Tengah), disusun oleh batuan sedimen klastika, dan batuan sedimen karbonat yang bercampur dengan batuan gunung api. Kegiatan vulkanisme sangat intensif pada Oligosen Akhir sampai Miosen Awal. Berdasarkan litologinya, Pegunungan Selatan dapat dibagi dalam tiga periode: periode pravulkanisme, periode vulkanisme, dan periode pascavulkanisme atau periode karbonat. Batuan yang terbentuk pada periode pravulkanisme merupakan alas batuan yang terbentuk pada periode vulkanisme.

Hasil pemetaan dan penelitian geologi di Pegunungan Selatan mulai 2003 dirangkum dalam tulisan ini. Hasil pemetaan/penelitian tersebut di antaranya berupa formasi dapat dipisahkan lagi, sehingga formasi tersebut diusulkan untuk ditingkatkan menjadi kelompok.

Kata kunci: Pegunungan Selatan, litostratigrafi, periode vulkanisme, batuan alas

ABSTRACT

the central part of the Southern Mountains, which extends east-west from Parangtritis (Yogyakarta) to Baturetno Plain (Wonogiri, Central Java), is typically formed by clastic and carbonate sediments with volcanic rocks. Volcanic activities had been very intensive during Late Oligocene - Early Miocene. Based on their lithologies, the Southern Mountains can be divided into: pre-volcanic, volcanic and postvolcanic (carbonate) periods. The rocks formed during pre-volcanic period are as the basement of the rocks which were formed during the volcanic period.

Results geological mapping/study in this Southern Mountains are presented in this paper, e.g. similar formations can be divided into smaller lithologic unit, therefore the formations can be proposed into groups.

Key words: Southern Mountains, lithostratigraphy, volcanism period, basement rocks

PENDAHULUAN

Pegunungan Selatan terhampar barat - timur dan menempati bagian selatan Pulau Jawa. Pada umumnya pegunungan ini dibentuk oleh batuan sedimen klastika dan karbonat yang bercampur dengan batuan hasil kegiatan gunung api yang berumur Tersier. Secara setempat seperti di Karangsembung (Kebumen) dan Perbukitan Jiwo (Klaten), muncul batuan Pratersier.

Tulisan ini membahas litostratigrafi bagian tengah Pegunungan Selatan bagian timur (Gambar 1), mulai dari Parangtritis (Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta) di barat sampai dengan Dataran Baturetno (Provinsi Jawa Tengah) di timur. Kawasan ini ditempati oleh Pegunungan Baturagung, Pegunungan Gajahmungkur, Perbukitan Jiwo dan

Perbukitan Seribu atau sering disebut Gunung Sewu (Gambar 2). Untuk memudahkan dalam pembahasan kawasan ini disebut Pegunungan Selatan.

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah mempelajari susunan, hubungan, dan umur satuan batuan penyusun Pegunungan Selatan bagian timur. Data yang disajikan dalam tulisan ini diperoleh dari berbagai sumber, baik yang sudah terbit maupun belum terbit; ditambah perolehan data penulis mulai tahun 2000. Program pemetaan terperinci (skala 1:50.000) dan penelitian geologi oleh Pusat Survei Geologi selama Tahun Anggaran 2008 banyak menambah kekayaan data. Pengayaan data dan analisis juga dilakukan dalam rangka kerjasama Pusat Survei Geologi dengan beberapa perguruan tinggi di Yogyakarta (Universitas Gadjah Mada, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran",

Institut Sain Teknologi “Akprin” dan Sekolah Tinggi Teknologi Nasional) yang telah dimulai sejak tahun 2006 sampai sekarang. Kegiatan tersebut menambah pendalaman pengertian geologi daerah penelitian.

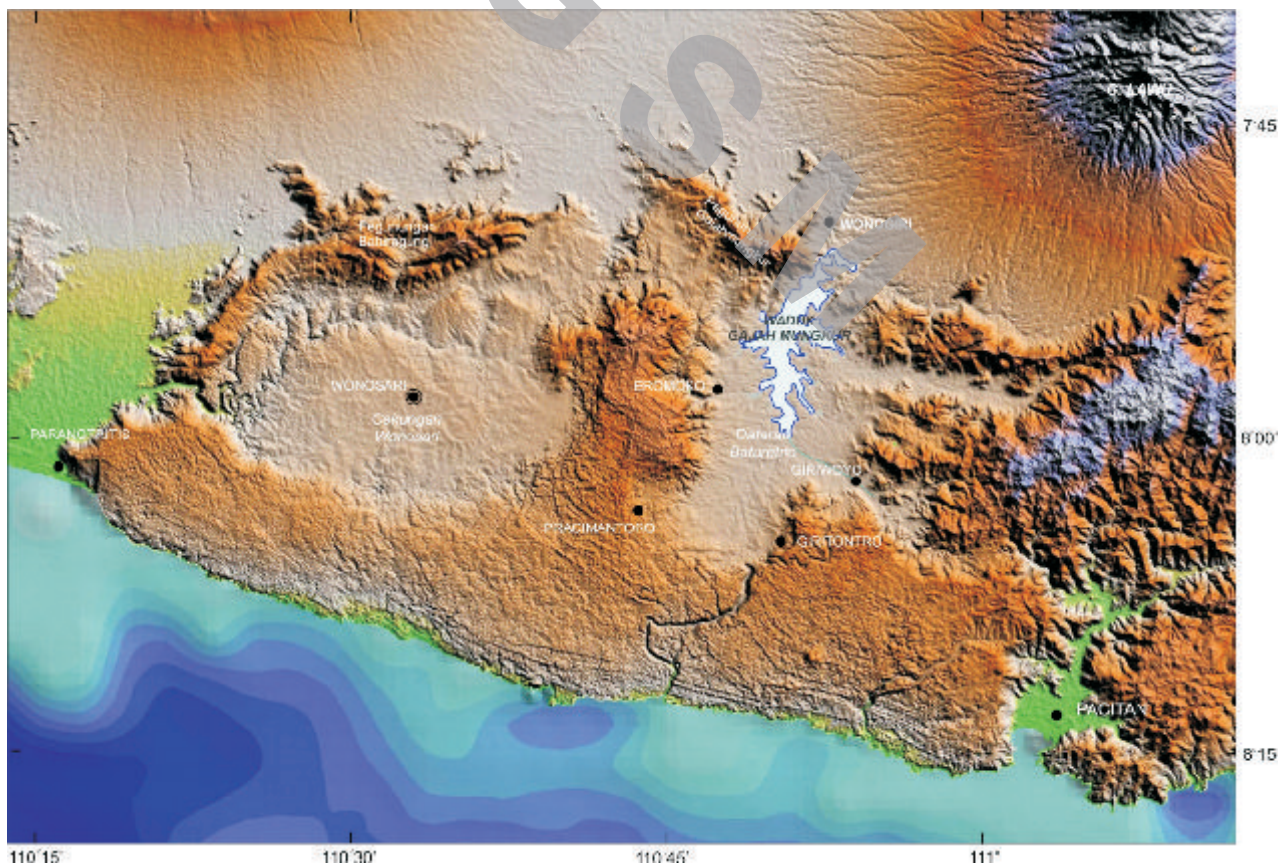
METODOLOGI

Metode penelitian diawali dengan pengumpulan data sekunder yang kemudian digabungkan dengan hasil interpretasi citra satelit (*Landsat*, *Aster* dan *Alos*). Citra *Landsat* dan Citra *Aster* meliputi seluruh daerah penelitian; sedangkan citra *Alos* hanya meliputi beberapa kawasan. Kedua citra satelit pertama digabungkan dengan DEM kemudian diinterpretasi menggunakan program *ER Mapper 7.1*. Interpretasi meliputi semua gejala geologi termasuk: morfologi, jenis dan batas satuan litologi, dan struktur geologi. Kompilasi data sekunder dan hasil interpretasi citra satelit telah terselesaikan pada tahun 2003. Tahapan selanjutnya merupakan kegiatan pemetaan

lapangan yang berasal dari hasil kompilasi tersebut. Kegiatan lapangan dimulai dengan pencatatan data geologi dari singkapan batuan di daerah penelitian. Analisis laboratorium dilakukan di *GeolLab* Pusat Survei Geologi.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian, yang terletak di bagian selatan Propinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 2. Kenampakan morfologi daerah penelitian dari satelit SRTM.

PENELITIAN TERDAHULU

Peneliti pertama yang membahas stratigrafi Pegunungan Selatan adalah Verbeek dan Fennema (1896). Walaupun hanya selintas, kedua penulis ini membahas stratigrafi Perbukitan Jiwo. Bahasan stratigrafi yang lebih baik dilakukan oleh Bothe (1929), yang memperkenalkan hampir semua tata nama satuan litologi di Pegunungan Selatan, dan di sebut dengan *Southern Range*. Tata nama satuan tersebut sampai sekarang masih dipakai (Gambar 3). Sayangnya tipe lokasi semua satuan litologi tersebut tidak disebutkan dengan jelas dan tepat, sehingga banyak satuan tidak diketahui lokasi tipenya secara tepat. Kemudian van Bemmelen (1949) memberikan susunan stratigrafi Pegunungan Selatan, terutama di Pegunungan Baturagung dan Pegunungan Gajahmungkur.

Sartono (1964) mempublikasikan disertasinya di daerah Kabupaten Pacitan, Jawa Timur. Berikutnya, Sumarso dan Ismoyowati (1975) pada pertemuan ilmiah *Indonesia Petroleum Association* memberikan stratigrafi Perbukitan Jiwo dan sekitarnya. Apa yang dipresentasikan Sumarso dan Ismoyowati sebenarnya tidak jauh berbeda dengan yang telah dipublikasikan Bothe (1929). Kedua peneliti terakhir ini memfokuskan penelitiannya pada Perbukitan Jiwo.

Setelah tahun 1990, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (kini bernama Pusat Survei Geologi) menerbitkan tiga peta geologi yang melingkupi kawasan Pegunungan Selatan, yakni:

1. Peta geologi Lembar Yogyakarta, skala 1:100.000 (Rahardjo dr., 1995),
2. Peta geologi Lembar Surakarta dan Giritontro, skala 1:100.000 (Suroño dr., 1992) dan
3. Peta geologi Lembar Lembar Klaten (Bayat), skala 1:50.000 (Samodra dan Sutisna, 1997).

Di samping penyebaran satuan batuan, ketiga peta tersebut menyajikan stratigrafi Pegunungan Selatan lebih terperinci pada publikasi sebelumnya (Gambar 3). Dalam kurun waktu yang hampir bersamaan terbit beberapa publikasi, di antaranya Toha dr. (1994), dan Rahardjo dr. (1995). Stratigrafi beberapa peneliti terpilih pada kurun waktu 1990-2000 ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Setelah kurun waktu 1990 - 2000, beberapa penulis mulai mempublikasikan secara terperinci beberapa satuan litologi, di antaranya: Bronto dr. (2002, 2004, 2008a,b,c); Ratman dan Samodra (2004), Kurniawan dr. (2006); Suroño dr. (2006); Umiyatun dr. 2006; Suroño (2005, 2008a,b), Smyth (2005), Smyth dr. (2003, 2005, 2007, 2008) dan Suyoto (1992b). Para penulis tersebut umumnya membahas suatu satuan litologi pada daerah tertentu saja, kecuali penulis terakhir yang membahas secara regional.

Beberapa mahasiswa S2 (di antaranya Suyoto, 1992a; Sudarno, 1997; Nugrahini, 1999; dan Hartono, 2000) dan S3 (di antaranya Kusumayudha, 2000; Lokier, 2000; Suyoto, 2005; Smyth, 2005; dan Mulyanto, 2006) menyelesaikan disertasinya di daerah Pegunungan Selatan.

TATAAN LITOSTRATIGRAFI

Saat ini pembangunan jalan di daerah penelitian sangat baik. Semua dusun di daerah ini dapat dijangkau dengan kendaraan roda empat. Sehingga kesempatan daerah mudah, oleh karena itu penelitian setiap satuan dapat dilakukan lebih terperinci, dan beberapa satuan litologi dapat dipecah menjadi beberapa satuan tersendiri. Hal ini berpengaruh pada penamaan suatu satuan litologi, misalnya satuan induk yang dulu sebagai formasi, karena sebagian dapat dipisahkan dan memenuhi Sandi Stratigrafi IAGI, (1996), maka satuan induk tersebut dapat ditingkatkan menjadi kelompok. Hasil pemetaan geologi terperinci di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Seperti telah diungkapkan sebelumnya, sebagian besar batuan penyusun Pegunungan Selatan terdiri atas batuan hasil kegiatan gunung api dan sedimen karbonat. Sebelum aktifitas vulkanisme berlangsung, batuan malihan dan sedimen klastika serta karbonat telah mengalasi batuan pembentuk Pegunungan Selatan. Batuan alas ini tersingkap baik di Perbukitan Jiwo, selatan Klaten.

Setelah kegiatan vulkanisme mulai melemah, terjadi suatu periode pengendapan batuan sedimen klastika yang diawali oleh batuan klastika asal gunung api yang telah terbentuk sebelumnya. Dalam waktu yang bersamaan, di kawasan yang lebih jauh dari tempat

pengendapan klastika asal gunung api itu, material karbonat mulai tumbuh. Berkurangnya pasokan batuan klastika asal gunung api, material karbonat tumbuh secara intensif pada cekungan ini. Himpunan batuan karbonat itu kini membentuk topografi kars Perbukitan Seribu.

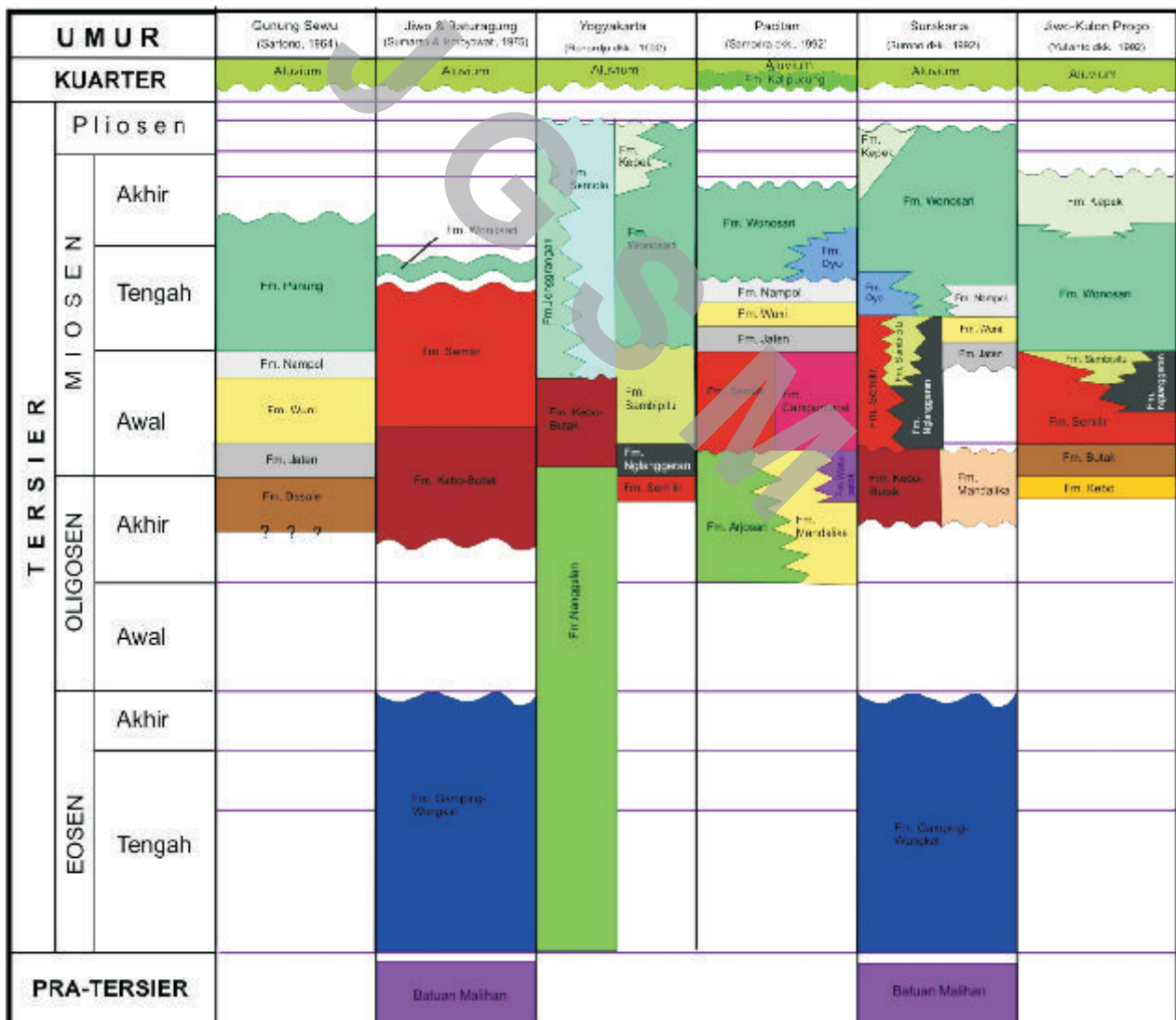
Hasil pemetaan dan penelitian mengungkapkan bahwa stratigrafi Pegunungan Selatan dapat dibagi menjadi tiga periode (dari bawah ke atas, Gambar 5):

1. Periode sebelum aktivitas intensif vulkanisme berlangsung, selanjutnya disebut periode pravulkanisme. Satuan batuan yang terbentuk pada periode pravulkanisme adalah batuan malihan yang ditindih tak selaras oleh Kelompok Jiwo.

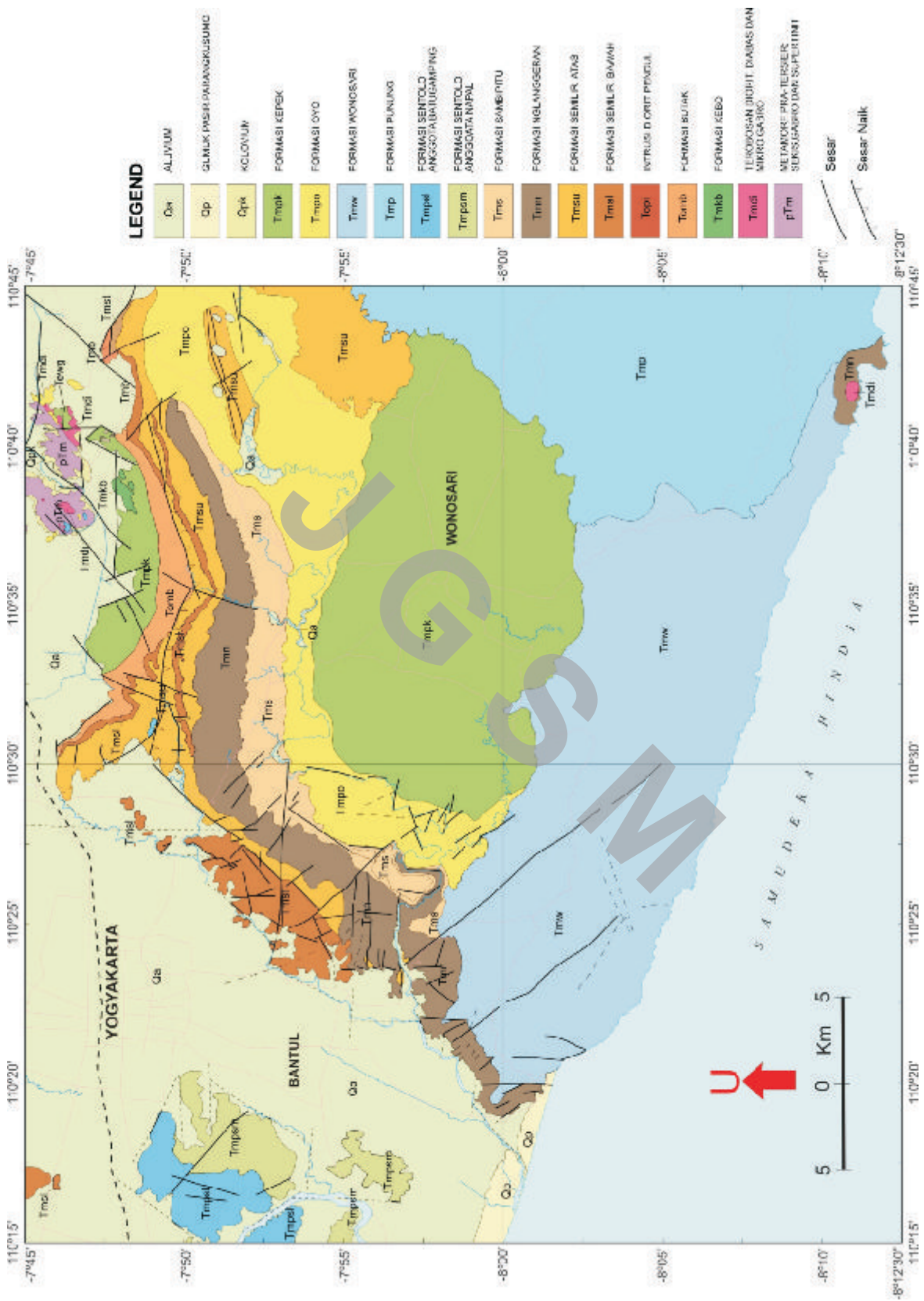
2. Periode kegiatan vulkanisme berlangsung secara intensif, selanjutnya disebut periode vulkanisme, yang membentuk Kelompok Kebo-Butak yang secara berurutan ditindih selaras oleh Formasi Semilir dan Formasi Nglangeran.

3. Periode setelah kegiatan vulkanisme berakhir ketika organisme karbonat tumbuh dengan subur; selanjutnya disebut periode pascavulkanisme atau periode karbonat. Satuan batuan yang terendapkan pada periode ini adalah Formasi Sambipitu, Formasi Oyo, Formasi Wonosari, Formasi Punung, dan Formasi Kepek.

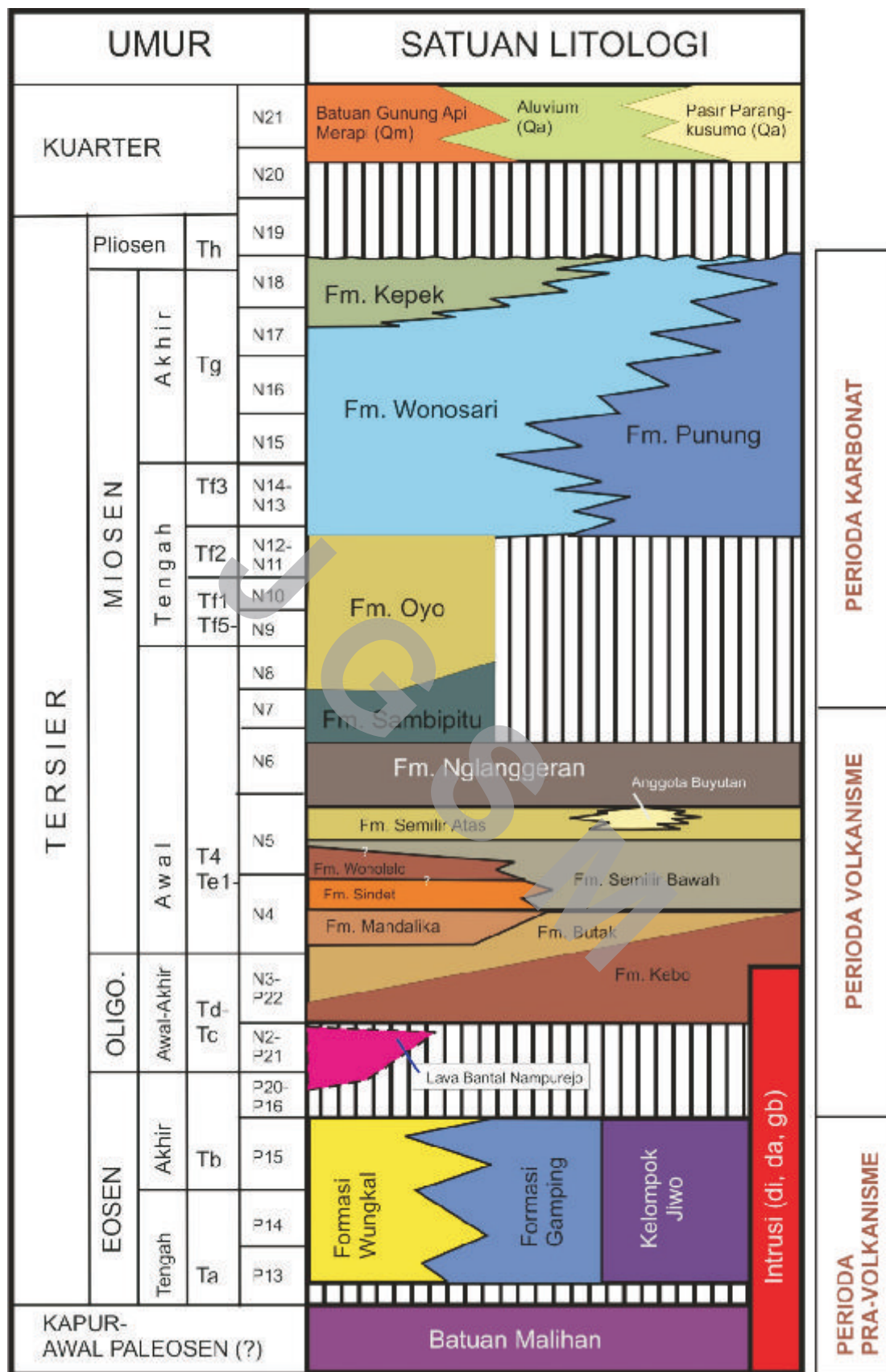
Selanjutnya akan disajikan uraiannya mengikuti urutan tersebut di atas. Pada uraian ini dibahas tataan stratigrafi pada setiap periode, dilanjutkan uraian secara singkat setiap satuan litologi.



Gambar 3. Stratigrafi daerah penelitian dan sekitarnya dari peneliti terdahulu.



Gambar 4. Peta geologi daerah Bantul - Wonosari (disederhanakan Margono dr., 2009, dalam persiapan; dan Fakhruddin dr., 2009, dalam persiapan). Lokasi perbukitan dan pegunungan lihat Gambar 2.



Gambar 5. Stratigrafi daerah penelitian.

Periode pravulkanisme

Periode pra-Oligosen Akhir atau periode sebelum kegiatan vulkanisme merupakan periode pembentukan batuan alas Cekungan Pegunungan Selatan. Batuan tertua, Cekungan Pegunungan Selatan yang tersingkap di Perbukitan Jiwo (Gambar 2 dan 4) adalah satuan himpunan berbagai batuan malihan yang ditindih tak selaras oleh batuan sedimen Eosen. Batuan sedimen Eosen ini dibagi dalam dua satuan: batuan klastika dan batuan karbonat (Gambar 5). Satuan klastika dinamai *Wungkal Beds* (Formasi Wungkal), sedangkan satuan karbonat dinamai *Gamping Beds* (Formasi Gamping) oleh Bothe (1929). Marks (1957) menyebut Formasi Gamping dan Formasi Wungkal sebagai Kelompok Jiwo (*Jiwo Group*).

Satuan batuan malihan tersingkap baik di Perbukitan Jiwo, terdiri atas filit, sekis, genis, serpentinit, batusabak, sedimen malih, batuan gunung api malih, dan marmer. Wardana dr. (2008) meneliti fasies batuan malihan di daerah Perbukitan Jiwo bagian barat, dan membagi batuan malihan ini menjadi tiga fasies: fasies sekis hijau, fasies sekis biru, dan fasies amfibolit. Fasies sekis hijau merupakan hasil suatu pemalihan regional dinamothermal berderajat rendah. Fasies sekis biru diduga merupakan pemalihan bertekanan tinggi, sangat mungkin berhubungan dengan proses penunjaman (subduksi). Sementara fasies amfibolit diduga hasil pemalihan berikutnya sebagai akibat pemalihan kontak dari tubuh intrusi yang ada di Perbukitan Jiwo. Hal ini sangat mungkin disebabkan oleh Intrusi Pendul (Surono dr. 2006), yang didukung oleh penyebaran fasies amfibolit yang terbatas di sekitar batuan intrusi. Pada Eosen, Perbukitan Jiwo ini diduga merupakan tinggian (Prasetyadi dan Maha, 2004).

Semula Bothe (1929) menduga bahwa Formasi Wungkal dan Formasi Gamping merupakan bagian bawah endapan berumur Eosen, tetapi penelitian Kurniawan dr., 2006; dan Umiyatun dr., 2006 yang menganalisis kandungan fosil foraminifera dan nanno plankton di kedua satuan menunjukkan bahwa keduanya mempunyai umur sama, yakni Eosen Tengah – Eosen Akhir. Umur tersebut sama dengan hasil analisis kandungan foraminifera yang dilakukan Rahardjo (2007). Kesamaan umur ini didukung oleh kenampakan singkapan di beberapa tempat yang menunjukkan keduanya berhubungan secara menjemari. Ketebalan Formasi Gamping diduga lebih 120 m (Surono dr., 1992).

Periode vulkanisme

Pada periode Eosen Akhir-Miosen Awal kegiatan vulkanisme meningkat pesat dan menghasilkan batuan gunung api yang cukup tebal pada daerah penelitian. Sebaran batuan gunung api ini membentuk Pegunungan Baturagung, dan Gajahmungkur (Gambar 2).

Batuan tertua Pegunungan Baturagung dan Gajahmungkur adalah lava bantal yang disebut Lava Bantal Nampurejo yang berkomposisi basal, dan berselingan dengan batupasir vulkanis berwarna hitam pekat. Berdasarkan hasil penarikan K/Ar, satuan ini berumur Eosen Tengah – Oligosen Awal (Surono dr., 2006). Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan vulkanisme telah mulai pada Eosen Tengah, yang umumnya berupa lava bantal. Lava Bantal Nampurejo ditindih tak selaras oleh Kelompok Kebo-Butak, yang terdiri atas Formasi Kebo dan Formasi Butak. Keduanya merupakan endapan hasil kegiatan gunung api, yang pada umumnya diendapkan di laut. Formasi Kebo, yang diendapkan pada sistem turbit, disusun oleh perselingan antara batupasir dan batupasir kerikilan, dengan sisipan batulanau, batulempung, tuf dan serpih. Formasi Butak, yang menindih selaras Formasi Kebo, terdiri atas breksi polimik dengan selingan batupasir, batupasir kerikilan, batulempung, batulanau, dan serpih (Surono, 2008b). Berdasarkan penarikan KAr batuan terobosan dan lava bantal dalam Formasi Kebo dan Formasi Butak, diketahui keduanya berumur antara Oligosen Akhir dan Miosen Awal (Surono, 2008b). Umur yang sama (P22-N4) ditunjukkan oleh kandungan foraminiferanya (Rahardjo, 2007). Formasi Kebo mempunyai ketebalan >680 m, sedangkan Formasi Butak sekitar 265 m (Surono, 2008b).

Formasi Mandalika, yang tersebar luas di Pegunungan Gajahmungkur dengan >300 m (Surono dr., 1992) terdiri atas lava dasit-andesit, tuf dasitan dan setempat retas diorit. Hasil penarikan KAr lava dasit di Nawangan menunjukkan umur Miosen Awal (Surono, 2008a).

Kelompok Kebo-Butak, yang terdiri atas Formasi Kebo dan Formasi Butak, melampar luas di lereng utara Pegunungan Baturagung. Formasi Kebo terdiri atas perselingan antara batupasir dan batupasir kerikilan, dengan sisipan batulanau, batulempung, tuf, dan serpih. Formasi Butak disusun oleh breksi polimik dengan selingan batupasir, batupasir kerikilan, batulempung, dan batulanau/serpih. Bothe

(1929) menduga Formasi Kebo dan Formasi Butak berumur Miosen Awal (?) – Miosen Tengah. Sumarso dan Ismoyowati (1975) menganalisis foraminifera dalam Formasi Kebo dan Butak dan mendapatkan umur N2 – N5 atau Oligosen Akhir – Miosen Awal. Kemudian Rahardjo (2007) mengulangi melakukan analisis foraminifera pada tiga percontoh dari Gunung Pegat, Watugajah dan Pututputri, dan menemukan *Globigerina ciperoensis*, *Catapsydrax dissimilis* dan *Globigerinoides primordius*, yang menunjukkan umur P22-N4 (Oligosen Akhir – Miosen Awal). Surono dr. (2006) menganalisis kandungan fosil nanno dalam percontoh dari Perbukitan Jiwo Timur, yang diduga merupakan bagian dari Formasi Kebo atau Formasi Butak. Fosil nanno tersebut terdiri atas *Sphenolithus moriformis*, *S. heteromorphus*, *S. conicus*, *S. belemnos*, *Coccolithus miopelagicus*, *Helicosphaera carteri* dan *H. euphratis*. Himpunan spesies nanno tersebut menunjukkan umur Miosen Awal (NN3). Penarikan umur mutlak Formasi Kebo telah dilakukan oleh beberapa penulis, di antaranya Soeria-Atmadja dr. (1994), Sutanto dr. (1994), Susilo (2003), Sutanto (2003), dan Smyth dr. (2005). Hasil penarikan menunjukkan bahwa Formasi Kebo dan Formasi Butak berumur 33,5 – 21,0 juta tahun lalu atau Oligosen Akhir – Miosen Awal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa umur Kelompok Kebo-Butak adalah Oligosen Akhir – Miosen Awal. Kelompok ini diendapkan di laut yang dipengaruhi oleh kegiatan gunung api. Ketebalan Formasi Kebo sekitar 550 m, sedangkan Formasi Butak sekitar 334 m (Surono, 2008a).

Kelompok Kebo-Butak ditindih selaras oleh Formasi Semilir, yang berupa batuan hasil erupsi letusan gunung api asam, yang didominasi oleh tuf lapili dan tuf, serta setempat terutama bagian bawah bercampur sedimen klastika. Bagian bawah formasi ini (Formasi Semilir bawah) didominasi oleh tuf lapili dengan sisipan tuf dan lempung tufan, batupasir tufan dan breksi batuapung. Batuan pembentuk bagian atas (Formasi Semilir atas) didominasi oleh tuf dengan sisipan tuf lapili, batupasir tufan dan batupasir kerikilan. Surono (2008a) melakukan analisis nannofosil dari dua percontoh di bagian bawah Formasi Semilir. Satu percontoh mengandung *Discoaster deflandrei*, *D. druggii*, *D. variabilis*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Calcidiscus macintyreii*, *Helicosphaera ampliaperta*, *H. euphratis*, *H. carteri*, *Sphenolithus conicus*, *Coccolithus miopelagicus*, *Sphenolithus moriformis*, dan *S.*

belemnos. Sedangkan percontoh lain menunjukkan adanya *Sphenolithus moriformis*, *S. heteromorphus*, *S. belemnos*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Calcidiscus macintyreii*, *Helicosphaera euphratis*, *H. ampliaperta*, *H. carteri*, *H. mediterranea*, *Coccolithus miopelagicus*, dan *Discoaster deflandrei*. Kumpulan nanofosil kedua percontoh batuan tersebut masing-masing menunjukkan umur Miosen Awal bagian akhir atau Zona NN3. Surono (2008a) juga melaporkan hasil penarikan umur mutlak Formasi Semilir dengan metode jejak belah (*fission track*) zirkon pada dua percontoh tuf, yang menghasilkan umur $17,0 \pm 1,1$ dan $16,0 \pm 1,0$ juta tahun lalu atau akhir Miosen Awal. Berdasarkan uraian di atas, umur Formasi Semilir adalah 20 – 16 juta tahun atau Miosen Awal (Burdigalian). Umumnya Formasi Semilir bawah ini diendapkan pada laut yang kemudian berubah menjadi darat pada pengendapan Formasi Semilir atas (Surono, 2008a). Ketebalan seluruh Formasi Semilir bawah dan atas diduga 460 m (Surono dr., 1992).

Formasi Semilir ditindih selaras oleh satuan yang didominasi oleh breksi gunung api dan aglomerat, yang dikenal dengan Formasi Nglanggeran. Formasi Nglanggeran terdiri atas breksi gunung api dan aglomerat, dengan sisipan tuf dan lava andesit. Fosil jarang ditemukan dalam formasi ini, Rahardjo (2007) menentukan umurnya berdasarkan penemuan foraminifera yakni N5-N6 atau Miosen Awal.

Bronto dr. (2008b) mengusulkan suatu nama Formasi Wonolelo untuk satuan batuan yang tersingkap di Desa Wonolelo, Pleret, Bantul, terdiri atas lava, breksi dan konglomerat. Penulis mendapatkan satuan batuan ini juga tersingkap di Desa Candisari (di utara Piyungan) yang kedudukan stratigrafinya berada di bawah Formasi Semilir. Umur satuan ini belum diketahui dengan pasti, diduga seumur dengan Formasi Semilir bawah atau bagian atas Kelompok Kebo-Butak, yakni Oligosen Akhir. Formasi ini diduga terbentuk di laut dan mempunyai ketebalan sekitar 60 m.

Formasi Sindet didominasi oleh tuf pasiran berwarna hitam, tersingkap luas di Desa Sindet, di utara Desa Wonolelo. Satuan yang mungkin berada di bawah Formasi Wonolelo, terdiri atas tuf lapili dan tuf yang berwarna hitam, yang sebagian terbentuk di bawah laut. Umur satuan belum diketahui, mungkin sama dengan bagian bawah Formasi Semilir Bawah. Ketebalannya diduga kurang dari 75 m.

Novian dr. (2007) mengusulkan satu anggota baru (Anggota Buyutan), pada Formasi Semilir, yang tersingkap di Dusun Boyo, Gunung Kidul. Anggota Buyutan ini disusun oleh perselingan batulanau, batupasir tufaan, dengan sisipan breksi lapili dan batubara. *Lepidocyclina* sp. ditemukan pada anggota ini, sehingga mempunyai umur sama dengan bagian atas Formasi Semilir, yakni akhir Miosen Awal. Anggota ini boleh jadi terendapkan di daerah transisi dan mempunyai ketebalan satuan yang diduga 360 m.

Periode pasca-vulkanisme

Surutnya kegiatan vulkanisme pada Miosen Tengah disusul oleh semakin meningkatnya pertumbuhan organisme pembentuk batuan karbonat. Pada mulanya pengendapan masih dikuasai oleh batuan sedimen klastika yang bersumber pada batuan asal gunung api. Sejalan dengan semakin berkurangnya pasokan sedimen klastika, berkembanglah batuan karbonat. Sekarang, sedimen karbonat ini membentuk perbukitan kecil dan dataran yang menempati bagian selatan daerah penelitian dan membentuk bentang alam karst Perbukitan Seribu. Satuan batuan yang didominasi sedimen klastika dan sisipan breksi gunung api di bagian bawah dinamai Formasi Sambipitu oleh Bothe (1929). Umur Formasi Sambipitu ditunjukkan oleh foraminifera, di antaranya *Praeorbulina transitoria*, *P. Glomerosa*, *Globorotalia praesitula* dan *G. archeomenardi*, yang menunjukkan umur Awal Miosen (N8). Ketebalan Formasi Sambipitu sekitar 235 m. Formasi Oyo dan Formasi Wonosari secara berturut-turut menindih selaras Formasi Sambipitu.

Formasi Oyo didominasi oleh napal dan batupasir yang berumur akhir Miosen Awal – Miosen Tengah (N8-N11), sedang Formasi Wonosari didominasi oleh batugamping berlapis dan berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir (N12-N17). Ke arah timur, seumur dengan Formasi Wonosari dijumpai batugamping terumbu yang dinamai Formasi Punung oleh Sartono (1964). Formasi Oyo, Wonosari, dan Punung mempunyai ketebalan, berturut-turut 140m, 750m, dan 800m.

Di sekitar Dataran Wonosari, bagian atas Formasi Wonosari menjemari dengan Formasi Kepek yang litologinya didominasi oleh napal dan sedikit batugamping. Hasil penentuan umur Formasi Kepek

berdasarkan kandungan foraminifera adalah Awal Pliosen (Rahardjo, 2007). Formasi terakhir ini mempunyai ketebalan sekitar 200 m (Surono dr., 1992). Endapan Kuartar yang menumpang tidak selaras di atas batuan Tersier tersebar luas di Dataran Wonosari, Dataran Baturetno, dan Dataran Bantul.

PEMBAHASAN

Batuan malihan Pratersier dan batuan sedimen Eosen yang tersingkap di Perbukitan Jiwo merupakan batuan alas batuan berumur lebih muda. Prasetyadi dr. (2002) menduga batuan Pratersier di Perbukitan Jiwo ini merupakan bagian dari suatu sistem subduksi dan berasal dari benua. Wardana dr. (2008) membagi batuan malihan menjadi fasies sekis hijau, fasies sekis biru, dan fasies amfibolit. Fasies sekis hijau yang terbentuk pada pemalihan regional dinamothermal boleh jadi terjadi pada suatu kerak benua. Fasies sekis biru, yang dihasilkan oleh pemalihan tekanan tinggi mungkin dihasilkan oleh proses penunjaman Kapur, mungkin berhubungan dengan sistem penunjaman Karangsembung. Fasies amfibolit merupakan hasil dari pemalihan kontak, yang sangat mungkin berhubungan dengan keberadaan batuan intrusi berumur Miosen Awal - Miosen Tengah (17,22 - 13,85 jt) di daerah ini.

Awal kegiatan vulkanisme di Pegunungan Selatan dimulai sebelum terbentuknya Kelompok Kebo-Butak. Hal ini ditunjukkan oleh beberapa hasil pengukuran umur mutlak batuan vulkanik yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Surono dr. (2006) menunjukkan adanya dua periode pembekuan Intrusi Pendul, yaitu Eosen Tengah – Oligosen Awal (39,82 – 30,04 jt) dan dan Miosen Awal - Miosen Tengah (17,22 - 13,85 jt). Periode pertama menunjukkan bahwa awal kegiatan vulkanisme di Perbukitan Jiwo sudah mulai pada Eosen Tengah berupa terobosan diabas, sementara Bronto dr. (2008c) melakukan penarikan lava bantal di Watuadeg menghasilkan umur akhir Paleosen Akhir (56 jt). dan Smyth dr. (2008) menunjukkan bahwa awal vulkanisme dimulai pada Eosen Tengah (45 jt). Dengan uraian di atas jelas bahwa vulkanisme pada Pegunungan Selatan sudah dimulai sejak Paleosen Akhir dengan terbentuknya lava bantal di Watuadeg. Besar kemungkinan lava bantal yang banyak tersingkap di lereng utara Pegunungan Baturagung mempunyai umur yang sama. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kegiatan vulkanisme di Pegunungan Selatan berawal

pada Paleosen Akhir berupa lava bantal yang terbentuk di laut dalam. Kegiatan ini diikuti oleh terobosan diabas di Perbukitan Jiwo pada Eosen Tengah – Oligosen Awal. Hal ini diperkuat dengan ditemukannya batuan gunung api berupa sisipan tuf dan tuf lapili pada endapan Eosen (Formasi Nanggulan), di daerah Nanggulan, Kulon Progo (Surono, 2005).

Surono (2008b) menginterpretasi Kelompok Kebobutak sebagian besar batuanannya diendapkan dengan sistem turbit di laut. Semula pada awal pengendapan Formasi Butak, beberapa gunung api berkembang di laut yang relatif dalam. Di dasar laut yang relatif dalam terbentuk aliran lava yang membentuk struktur lava bantal. Pertumbuhan gunung api berkembang baik, sehingga rempah gunung api membentuk lereng yang cukup terjal. Begitu terjalnya lereng ini sehingga sebagian darinya meluncur ke bawah. Setempat luncuran rempah gunung api ini terendapkan bercampur dengan material klastika lainnya dari darat. Sebagian gunung api juga muncul di atas permukaan laut, sehingga berbagai tetumbuhan darat dapat berkembang baik. Pada saat erupsi, rempah gunung api ini meluncur ke laut membawa arang dari tetumbuhan darat tersebut. Keadaan seperti ini berlangsung sampai pengendapan Formasi Semilir berakhir. Kegiatan vulkanisme secara intensif berlangsung terus sampai pada pengendapan Formasi Nglanggeran yang didominasi oleh endapan breksi gunung api.

Uraian sebelumnya menunjukkan bahwa sebenarnya awal kegiatan vulkanisme telah dimulai pada Paleosen Akhir berupa lava bantal yang tersingkap di Watuadeg (Bronto dr., 2008c). Namun demikian, hasil penarikan K/Ar yang telah dilakukan sebagian besar menunjukkan umur lava bantal di Pegunungan Selatan menunjukkan umur Eosen Akhir (Surono dr., 2006). Akhir kegiatan vulkanisme di daerah ini ditunjukkan oleh Formasi Nglanggeran yang diduga berumur N5-N7 atau akhir Miosen Awal (Gambar 5). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kegiatan vulkanisme yang signifikan di Pegunungan Selatan terjadi pada Eosen Akhir – akhir Miosen Awal.

Pada periode pascavulkanisme pengendapan dimulai oleh Formasi Sambipitu yang didominasi oleh batuan klastika di bagian bawah dan berubah lebih karbonatan ke arah atas. Fragmen klastika didominasi oleh batuan hasil kegiatan gunung api. Umur Formasi Sambipitu adalah Miosen Awal (N6-

N8), sedangkan Formasi Nglanggeran yang berada di bawahnya adalah Miosen Awal (N5-N6). Penampakan di sepanjang Sungai Ngalang, Wonosari, menunjukkan bahwa perubahan dari Formasi Nglanggeran ke Formasi Sambipitu gradual (Surono dan Permana, dalam persiapan). Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengendapan yang menerus dari periode vulkanisme ke periode pascavulkanisme (karbonat).

Pembentukan material karbonat di laut berkembang sangat intensif setelah menurunnya pasokan klastika, ditandai oleh terbentuknya endapan karbonat yang tebal dan luas, Formasi Wonosari dan Punung. Seperti di uraikan di depan, Formasi Wonosari dibentuk oleh batugamping yang umumnya klastika dan berlapis baik. Di pihak lain, Formasi Punung didominasi oleh batugamping terumbu. Sementara Formasi Wonosari menyebar luas di bagian barat daerah penelitian, Formasi Punung berada di bagian timur (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi pada waktu pengendapan kedua formasi, bagian timur tempat Formasi Punung diendapkan, sangat memungkinkan terumbu karal dapat tumbuh dengan baik. Kondisi seperti ini tentu menggambarkan adanya laut dangkal dengan cukup hangat, cukup sinar matahari, mempunyai sirkulasi air laut cukup baik, kadar garam yang sedang, dan banyak nutrisi, sedangkan bagian barat, tempat diendapkan Formasi Wonosari dan mungkin juga Formasi Sentolo, mempunyai kondisi yang berbeda. Di bagian ini laut lebih mempunyai energi lebih tinggi, sehingga terendapkan lebih banyak material klastika karbonat. Kondisi seperti ini menyebabkan terumbu karal tidak dapat berkembang baik.

KESIMPULAN

Litostratigrafi di Pegunungan Selatan dapat dibagi kedalam tiga periode: periode pravulkanisme, periode vulkanisme, dan periode pascavulkanisme atau periode karbonat. Pada periode pravulkanisme terbentuk batuan malihan yang ditindih tak selaras oleh Kelompok Gamping-Wungkal. Diduga runtunan batuan malihan merupakan bagian dari batuan yang terbentuk dalam sistem subduksi pada Kapur.

Pada periode vulkanisme, yang dimulai pada Paleosen Akhir, yang semula batuan gunung api berupa leleran lava di dasar laut dalam, kemudian membentuk lava bantal. Aktivitas vulkanisme semakin intensif membentuk tubuh gunung api di laut yang kemudian sebagian muncul di atas

permukaan laut.

Seiring surutnya aktifitas vulkanisme pada akhir Miosen Awal, organisme laut pembentuk material karbonat berkembang dengan baik. Semula, awal pertumbuhan karbonat ini masih dipengaruhi oleh material klastika dari hasil erosi batuan gunung api di darat. Namun, pada akhir Miosen Tengah – Miosen Akhir material karbonat tumbuh dan berkembang membentuk batuan karbonat yang luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih kepada semua anggota Tim Pemetaan/ Penelitian Geologi Pegunungan Selatan, terutama U. Margono, R. Fakhruddin, A.K. Permana dan Kusnama, yang telah banyak memberikan saran dan koreksi dalam penyusunan makalah ini. Ucapan terima kasih penulis juga ditujukan kepada W. Sujana atas bantuan penggambar.

ACUAN

- Bothe, A.Ch.D., 1929. Djiwo Hills and Southern Range. *Fourth Pacific Science Congress Excursion Guide*, 14p.
- Bronto, S., Hartono, G. dan Astuti, B., 2004. Hubungan antara batuan beku intrusi dan ekstrusi di Perbukitan Jiwo, Kecamatan Bayat, Klaten, Jawa Tengah. *Majalah Geologi Indonesia*, 19 (3) : 147-163.
- Bronto, S., Hartono, G. Astuti, B.S, dan Mulyaningsih, S., 2008a. Formasi Wonolelo: usulan nama satuan litostratigrafi baru untuk batuan gunung api Tersier di daerah Bantul, Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Kebumihan*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 15 Februari 2008.
- Bronto, S., Hartono, G., Astuti, B., dan Mulyaningsih, S., 2008b. Formasi Wonolelo: usulan nama satuan litostratigrafi baru untuk batuan gunung api Tersier di daerah Bantul, Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Kebumihan "Tantangan dan Strategi Pendidikan Geologi dalam Pembangunan Nasional"*, Jurusan Teknik Geologi, FT UGM, Yogyakarta.
- Bronto, S., Mulyaningsih, S., Hartono, G. dan Astuti, B., 2008c. Gunung api purba Watuadeg: Sumber erupsi dan posisi stratigrafi. *Jurnal Geologi Indonesia*, 3 (3) : 117-128.
- Bronto, S., Pambudi, S. and Hartono, G., 2002. The genesis of volcanic sandstones associated with basaltic pillow lava, Bayat areas: A case study at the Jiwo Hills, bayat area (Klaten, Central Java). *Jurnal Geologi dan Sumber daya Mineral*, V.Xii, 131 : 2-16.
- Fakhruddin, R., Surono, Permana, A., dan Bronto, S., 2009 (dalam persiapan). *Peta geologi Lembar Bantul dan Panggang, Yogyakarta*. Skala 1:50.000. Pusat Survei Geologi.
- Hartono, G., 2000. Studi gunung api Tersier: Sebaran pusat erupsi dan petrologi di Pegunungan Selatan, Yogyakarta. Tesis Magister Teknik, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 168p (tidak diterbitkan).
- Ikatan Ahli Geologi Indonesia, 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*
- Kurniawan, R.E.J, Umiyatun, Ch., S., Pratistho, B., dan Surono, 2006. Studi nannofosil pada batulempung, Formasi Gamping-Wungkal, Sekarbolu, Jiwo Barat, Bayat, Klaten, Jawa Tengah. *Proceedings PIT IAGI*, Riau.
- Kusumayudha, S.B., 2000. Kuantifikasi sistem hidrogeologi dan potensi air tanah daerah Gunung Sewu, Pegunungan Selatan, DIY (Didekati dengan analisis geometri fraktal). Desertasi, ITB, tidak dipublikasikan.
- Lokier, S.W., 2000. The Miocene Wonosari Formation, Java, Indonesia: Volcaniclastic influences on carbonate platform development. PhD thesis, University of London, 648p.
- Margono, U., Surono, dan Kusnama, 2009 (dalam persiapan). *Peta Geologi Lembar Wonosari dan Semanu, Yogyakarta*; Skala 1:50.000. Pusat Survei Geologi.
- Marks, P., 1957. Stratigraphic lexicon of Indonesia. *Publikasi Keilmuan* No. 31, Seri Geologi, Pusat Djawatan Geologi, Bandung, 233p & Maps.

- Mulyanto, D., 2006. Genesis dan keragaman warna tanah di atas batuan karbonat jalur Baron-Wonosari. Desertasi, Universitas Gadjah Mada, tidak dipublikasikan. 314p.
- Novian, M.I., Setiawan, P.K.D., Salahuddin Husein, S. dan Rahardjo, W., 2007. Stratigrafi Formasi Semilir bagian atas di Dusun Boyo, Desa Ngalang, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul, DIY. Makalah disampaikan pada Seminar dan Workshop Potensi Pegunungan Selatan dalam Pengembangan Wilayah, Inna Garuda, 27-29 November 2007.
- Nugrahini, R.A., 1999. Stratigrafi batuan asal gunung api di daerah Wonogiri, Jawa Tengah. Tesis Magister Teknik, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 70p (tidak diterbitkan).
- Prasetyadi, C. & Maha, M., 2004. Jiwo Hills, Bayat-Klaten: A possible Eocene-origin paleohigh. *Jurnal Ilmu Kebumihan Teknologi Mineral*, V. 17, No. 2, pp. 61-64.
- Prasetyadi, C., Harsolumakso, A.H., Sapiie, B., & Setiawan, J., 2002. Tectonic significance of pre-Tertiary rocks of Jiwo Hill, Bayat and Lok Ulo, Karangsembung areas in Central Java: a comparative review. *Proceedings of the PIT IAGI 31*, pp 680-700.
- Rahardjo, W., 2007. Foraminiferal biostratigraphy of Southern Mountains Tertiary rocks, Yogyakarta Special Province. Makalah disampaikan pada Seminar dan Workshop Potensi Pegunungan Selatan dalam Pengembangan Wilayah, Inna Garuda, 27-29 November 2007.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi dan Rosidi, H.M.D. 1995. *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*, skala 1 : 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Ratman, N. dan Samodra, H., 2004. Stratigrafi batuan Eosen di Perbukitan Jiwo, Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 14 (3) : 148-159.
- Samodra, H. dan Sutisna, K., 1997. *Peta Geologi Lembar Klaten (Bayat), Jawa*. Skala 1 : 50.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Sartono, S. 1964. Stratigraphy and sedimentation of the easternmost of Gunung Sewu (East Java). *Publikasi Teknik Seri Geologi Umum* No. 1. Direktorat Geologi, Bandung, 95p.
- Smyth, H., 2005. Eocene to Miocene basin history and volcanic activity in East Java, Indonesia. PhD thesis, University of London, 470p.
- Smyth, H.R., Hall, R. & Nichols, G.J., 2008. Cenozoic volcanic arc history of East Java, Indonesia: The stratigraphic record of eruption on an active continental margin. *The Geological Society of America, Special Paper* 436, pp. 199-222.
- Smyth, H.R., Hall, R., Hamilton, J., & Kinny, P., 2003. Volcanic origin of quartz-rich sediments in East Java. *Proceedings Indonesian Petroleum Association, 29th Annual Convention*, pp. 541-559.
- Smyth, H.R., Hall, R., Hamilton, J., & Kinny, P., 2005. East Java: Cenozoic basins, volcanoes and ancient basement. *Proceedings Indonesian Petroleum Association, 30th Annual Convention & Exhibition*, pp. 251-266.
- Smyth, H.R., Hall, R., Hamilton, J., & Kinny, P., 2007. The deep crust beneath island arcs: Inherited zircons reveal a Gondwana continental fragment beneath East Java, Indonesia. *Earth and Planetary Science Letters* 258, pp.269-282.
- Soeria-Atmadja, Maury, R.C., R., Bellon, H., Pringgopawiro, H., Polve, M. Dan Priadi, B., 1994. Tertiary magmatic belts in Java. *Journal of SE Asian Earth Sciences*, 9, pp.13-27.
- Soesilo, D., 2003. Batuan kristalin dalam pandangan Sandi Stratigrafi Indonesia 1996 (Baru): Penerapannya di Bayat & Karangsembung, Jawa Tengah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, 20-21 Oktober 2003.
- Sudarno, Ign., 1997. Kendali tektonik terhadap pembentukan struktur pada batuan Paleogen dan Neogen di Pegunungan Selatan, Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya. Tesis Magister pada Institut Teknologi Bandung, 167p.

- Sumarso & Ismoyowati, T., 1975. A contribution to the stratigraphy of the Jiwo Hills and their southern surroundings. *Proceeding of 4th Annual Convention of Indonesia Petroleum Association*, Jakarta.
- Surono, 2005. Sedimentology of the Palaeogene Nanggulan Formation, West of Yogyakarta. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 15 (1) : 75-74.
- Surono, 2008a. Sedimentasi Formasi Semilir di Desa Sendang, Wuryantoro, Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 18 (1) : 29-41.
- Surono, 2008b. Stratigrafi dan sedimentasi Formasi Kebo dan Formasi Butak, di Pegunungan Selatan, Jawa Bagian Selatan. *Jurnal Geologi Indonesia*, 3 (4) : 183-193.
- Surono, Hartono, U. dan Permadewi, S., 2006. Posisi stratigrafi dan petrogenesa Intrusi Pendul, Perbukitan Jiwo, Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 16 (5) : 232-311.
- Surono, Toha, B. & Sudarno, I, 1992. *Peta Geologi Lembar Surakarta-Giritontro, Jawa*, Skala 1 : 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sutanto, 2003. Himpunan Batuan dan Keanekaragaman Proses pada Busur Vulkanik di Lingkungan Busur Kepulauan dan Tepi Benua Aktif, *Jurnal Ilmu kebumihan Buletin Teknologi Mineral*, UPN "Veteran" Yogyakarta, pp.58-67
- Sutanto, Soeria_Atmadja, R., Maury, and R.C., Bellon, H., 1994. Geochronology of Tertiary volcanism in Jawa. *Prosiding Geologi dan Geotektonik P. Jawa, sejak Mesozoik – Kuartar*, pp.73-76.
- Suyoto, 1992a. Model fasies karbonat Gunung Sewu, Wonosari, Yogyakarta. Thesis S2 Geologi ITB, tidak dipublikasikan.
- Suyoto, 1992b. Klasifikasi Stratigrafi Pegunungan Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah, *In : Proceeding PIT IAGI XXIII*, pp.472-485.
- Suyoto, 2005. Stratigrafi sikuen cekungan depan busur Neogen Jawa Selatan. Berdasarkan data di daerah Pegunungan Selatan, Yogyakarta. Desertasi ITB, tidak dipublikasikan.
- Toha, B., Resiwati, P., Srijono, Rahardjo, W. & Pramumidjojo, S., 1994. Geologi daerah Pegunungan Selatan: Suatu kontribusi. *Prosiding Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa*. Jurusan Teknik Geologi FT UGM, pp. 19-28.
- Umiyatun, Ch., S., Pratistho, B., Kurniawan, R.E.J, dan Surono, 2006. Foraminifera besar pada satuan batugamping, Formasi Gamping-Wungkal, Sekarbolo, Jiwo Barat, Bayat, Klaten, Jawa Tengah. *Proceedings PIT IAGI*, Riau.
- van Bemmelen, van, R.W., 1949. *The geology of Indonesia*. Govt. Printing Office, Nijhoff, The Hague, 732p.
- Verbeek, R.D.M. & Fennema, R., 1896. *Geologische beschrijving van Java en Madura*. Amesterdam.
- Wardana, I.W., Sudarno, I. Dan Wijonarko, D., 2008. Geologi dan fasies batuan metamorf daerah Jiwo Barat, Bayat, Klaten, Jawa Tengah. *Media Teknik*, No. 2, Tahun XXX, FT-UGM, pp. 113-118.