

PANDUAN

GEO WISATA

Menelusuri Jejak Dinamika Bumi pada Rangkaian Pegunungan Serayu dan Pantai Selatan Jawa

Chusni Ansori dkk.

PANDUAN

G E O
W I S A
T A

Menelusuri Jejak Dinamika Bumi pada Rangkaian
Pegunungan Serayu dan Pantai Selatan Jawa

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved

PANDUAN

G E O
W I S A
T A

Menelusuri Jejak Dinamika Bumi pada Rangkaian
Pegunungan Serayu dan Pantai Selatan Jawa

Chusni Ansori, Yugo Kumoro, Defry Hastria,
dan Kristiawan Widiyanto

LIPI Press

© 2016 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Balai Informasi dan Konservasi Kebumian-LIPI

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Panduan Geowisata: Menelusuri Jejak Dinamika Bumi pada Rangkaian Pegunungan Serayu dan Pantai Selatan Jawa/Chusni Ansori, Yugo Kumoro, Defry Hastria, dan Kristiawan Widiyanto – Jakarta: LIPI Press, 2016.

xx + 157 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN: 978-979-799-863-9

1. Geowisata

3. Pantai Selatan Jawa

2. Pegunungan Serayu

555.98 2

Copy editor : Heru Yulistiyani

Proofreader : Martinus Helmiawan dan Noviasuti Putri Indrasari

Desainer isi : Siti Qomariyah, Meita Safitri, dan Rahma Hilma Taslima

Desainer sampul : Dhevi E.I.R. Mahelingga

Cetakan pertama : Desember 2016



Diterbitkan oleh:

LIPI Press, anggota Ikapi

Jln. Gondangdia Lama 39, Menteng, Jakarta 10350

Telp. (021) 314 0228, 314 6942. Faks. (021) 314 4591

E-mail: press@mail.lipi.go.id

 LIPI Press

 @lipi_press

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR.....	vii
PENGANTAR PENERBIT.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
KATA PENGANTAR.....	xvii
PRAKATA.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II MENELUSURI JEJAK LANTAI SAMUDRA PURBA DI KAWASAN CAGAR ALAM GEOLOGI KARANGSAMBUNG.....	7
A. Geologi Karangsambung.....	10
B. Geowisata Karangsambung.....	20
C. Paket Geowisata Karangsambung.....	32
BAB III MENYIBAK KEGELAPAN ABADI GUA-GUA DI KAWASAN KARST GOMBONG SELATAN.....	39
A. Proses Karstifikasi.....	39
B. Geowisata pada Kawasan Karst Gombang Selatan.....	47
BAB IV DINAMIKA PANTAI SELATAN JAWA, PANGANDARAN-PARANGTRITIS.....	61
A. Pantai Pangandaran, Ciamis.....	61
B. Pantai Batu Hiu.....	67
C. Cukang Taneuh (Green Canyon).....	69
D. Pantai Batu Karas.....	71

E. Teluk Penyu, Cilacap	73
F. Gunung Selok	76
G. Gunung Srandil.....	78
H. Pantai Widara Payung.....	80
I. Pantai Lembu Purwo, Kebumen.....	82
J. Pantai Glagah, Kulon Progo	85
K. Laboratorium Geospasial Pesisir Depok Rejo-Bantul.....	86
L. Pantai Parangtritis-Bantul.....	91
BAB V JEJAK GUNUNG API	95
A. Baturraden, Purwokerto	95
B. Curug Cipendok, Purwokerto.....	98
C. Gunung Merapi	100
D. Gunung Api Purba Nglanggran.....	112
E. Candi Sambisari.....	116
F. Dataran Tinggi Dieng.....	119
BAB VI PENUTUP	129
DAFTAR PUSTAKA.....	131
GLOSARIUM	135
LAMPIRAN	143
INDEKS.....	151
BIODATA PENULIS.....	155

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Singkapan batu rijang mengandung fosil radiolaria.....	2
Gambar 2.	Geowisata Karangsembung sebagai Upaya Pemahaman tentang Struktur dan Sejarah bumi.....	4
Gambar 3.	Posisi Daerah Luk Ulo pada Rangkaian Pegunungan Selatan	9
Gambar 4.	Perkembangan Tektonik Pulau Jawa antara Zaman Kapur dan Kuarter	11
Gambar 5.	Peta Geologi Kawasan Karangsembung dan Lokasi Pengamatan	13
Gambar 6.	Model Evolusi Tektonik Cekungan Banyumas.....	14
Gambar 7.	Blok Diagram Evolusi Kompleks Melange Luk Ulo.....	15
Gambar 8.	Kolom Stratigrafi Sub-Cekungan Banyumas	17
Gambar 9.	Perbedaan Morfologi Batuan Pratersier (Sebelah Kiri) dengan Morfologi Batuan Tersier (Sebelah Kanan) yang Dipisahkan oleh Lembah Patahan.....	22
Gambar 10.	Sekis Mika, Batuan Dasar Pulau Jawa yang Tersingkap.....	23
Gambar 11.	Lava Bantal dan Rijang, Batuan Dasar Samudra Berumur 81 Juta Tahun Lalu yang Telah Terangkat	24
Gambar 12.	Serpentinit, batuan ultrabasa dasar lempeng samudra yang berubah, berwarna kehijauan	25
Gambar 13.	Singkapan Marmer di Daerah Totogan, Batu Gamping yang Terubah.....	26
Gambar 14.	Singkapan filit (a) dengan struktur <i>microfold</i> (b dan d) serta cermin sesar (c), menandakan terjadinya beberapa kali proses tektonik dan patahan mendatar yang melewati lokasi ini.....	27

Gambar 15. (a) dan (b) Singkapan lava bantal di Kali Mandala dengan (c) sisipan rijang serta dijumpainya (d) struktur gores garis mendatar menandakan adanya patahan geser yang pernah terjadi.	28
Gambar 16. (a) Kekar kolom pada tubuh Diabas; dan (b) Gores garis vertikal dengan struktur undak yang menandakan adanya patahan naik.....	29
Gambar 17. Singkapan Batu Gamping <i>Nummulites</i> , Batuan Sedimen Nonklastik pada Laut Dangkal Berumur Eosen	30
Gambar 18. Breksi Vulkanik dengan Fragmen Andesit Berstruktur Gradasi	31
Gambar 19. Aneka Kerajinan Batu Mulia di <i>Workshop</i> Batu Mulia	32
Gambar 20. Lokasi Geowisata Paket Empat Jam.....	36
Gambar 21. Lokasi Geowisata Paket Enam Jam	37
Gambar 22. Lokasi Geowisata Paket Satu Hari.....	38
Gambar 23. Peta Geologi dan Lokasi Geowisata Kawasan Karst Gombang Selatan.....	40
Gambar 24. (a) Lembah tertutup di antara tinggian (<i>pepino</i>) adalah <i>doline</i> ; dan (b) Fenomena endokartik berupa sungai bawah tanah.....	41
Gambar 25. Kondisi Hidrologi Karst Gombang yang Tersusun oleh Zona Kering, Peralihan, dan Kepad Air	43
Gambar 26. <i>Sink</i> pada bagian atap, merupakan tempat awal ditemukannya gua dan patung legenda Kamandaka.....	48
Gambar 27. (a) Pintu Masuk Gua Petruk; dan (b) Ornamen stalakmit menyerupai patung Maria.	51
Gambar 28. (a) <i>Helectite</i> ; dan (b) <i>Gourdyn</i> di Gua Barat	52
Gambar 29. (a) Karst dengan <i>cockpit topography</i> (bagian belakang); dan (b) morfologi bergelombang (sisi depan), difoto ke arah selatan dari Desa Tugu.....	54
Gambar 30. Kelak-kelok Sungai Bodo pada Dataran Pantai Ayah serta Morfologi Karst di Bagian Timurnya.....	54
Gambar 31. (a) Kenampakan Morfologi Karst dari Pantai Logending; (b) Perahu wisata mengitari Sungai Bodo.....	55
Gambar 32. (a) Pantai Tanjung Karangboto tersusun oleh breksi vulkanik dan (b) lava dari Formasi Gabon.....	56
Gambar 33. a) Pantai Pasir dengan Ornamen Jembatan Alam dan b) Aktivitas Nelayan.....	57

Gambar 34. (a) Gua yang Terbentuk Akibat Abrasi laut; (b) Pantai Karangbolong	58
Gambar 35. (a) Bangunan Tempat Meditasi; (b) Pelus yang Terdapat di Sendang.....	59
Gambar 36. Citra satelit di Kawasan Teluk Parigi	62
Gambar 37. Citra satelit bagian tengah Teluk Perigi membentuk morfologi <i>beach cusp</i> yang berpotensi membentuk arus rip.....	63
Gambar 38. (a) Segmen Timur Pantai dengan Kondisi Arus Tenang; (b) Pulau Tembolo Pananjung serta Pasir Putih yang Terbentuk.....	64
Gambar 39. (a) Larangan Berenang; (b) Segmen Tengah Pantai, Tempat Pemunculan Arus Rip	64
Gambar 40. (a) Perselingan kalkarenit dan napal yang mengalami abrasi dan runtuh di dasar tebing; (b) <i>Stack</i>	68
Gambar 41. Foto mikroskop fosil <i>foraminifera</i> , hewan laut yang terdapat pada batu gamping.....	68
Gambar 42. Foto Mikroskop Kristal Kalsit pada Stalaktit, Hasil Rekristalisasi Batu Gamping.....	69
Gambar 43. Sungai Cijulang (a) pada musim hujan; dan (b) pada musim kemarau	70
Gambar 44. (a) Gua Green Canyon merupakan jembatan alamiah; (b) Stalaktit yang Terbentuk pada Sisi Sungai Cijulang.....	70
Gambar 45. Terminal dan Lalu-Lalang Perahu di Alur Sungai Cijulang.	71
Gambar 46. Foto mikroskop batu gamping <i>bio-sparit</i> , mengandung banyak fosil laut berumur miosen.....	72
Gambar 47. (a) Pantai Batu Karas; (b) Pengunjung Berselancar di Pantai; (c) Pengunjung Berenang di Pantai; dan (d) Kantor Penjaga Keamanan Pantai	72
Gambar 48. (a) Pantai Teluk Penyu dengan Latar Belakang Pulau Nusakambangan; (b) Kapal Wisata yang Mengantar Perjalanan ke Pulau Nusakambangan.....	74
Gambar 49. Citra Satelit Kawasan Sekitar Pulau Nusakambangan.....	74
Gambar 50. Segara Anakan semakin menyempit akibat proses sedimentasi yang terjadi sejak 1987 sampai 2006.....	75
Gambar 51. Foto Mikroskop Plagioklas dan Piroksin sebagai Mineral Utama pada Andesit Piroksin Gunung Selok	76

Gambar 52. (a) Pintu Masuk ke Gunung Selok; (b) Morfologi dari Puncak Gunung; (c) Breksi Andesit pada Pintu Masuk Gua Rahayu; (d) Vihara di Jambe Lima.....	77
Gambar 53. Singkapan batuan di Gunung Srandil berupa (a) kekar kolom pada (b) lava yang berlubang gas serta (c) breksi vulkanik di dekat (d) pintu masuk objek.	79
Gambar 54. Foto Mikroskop Mineral Piroksin dan Penjajaran Plagioklas pada Lava Andesit	80
Gambar 55. (a) Pantai Widara Payung; (b) Fasilitas Kolam Renang; (c) Bunga Magnetik, Pasir Besi dengan Kandungan Mineral Magnetik Tinggi; serta (d) Potensi Pasir Besi di Sepanjang Pantai Cilacap.....	82
Gambar 56. Muara Sungai Wawar dan Laguna Tertutup	83
Gambar 57. Kenampakan morfologi di Pantai Lembu Purwo, berupa a) Kondisi laguna yang berkelok dengan vegetasi bakau dan cemara laut; b) Air laguna yang tenang sangat cocok untuk berenang, mengayuh kano dan memancing; serta c) Gumuk pasir yang memanjang di sebelah utara laguna dan <i>inlet</i> air dari arah timur.	84
Gambar 58. Citra satelit antara Pantai Jatimalang dan Pantai Glagah memperlihatkan laguna Glagah dan aliran Sungai Lereng yang merupakan laguna purba.	85
Gambar 59. (a) Laguna Glagah dengan kondisi air tenang sangat cocok untuk wisata air; (b) Beting pasir/ <i>sand dunes</i> di depan laguna sebagai pembatas laguna dengan arus sepanjang pantai yang kuat; (c) Monumen Bahari; (d) Bangunan Pemecah Gelombang pada <i>outlet</i> Sungai Serang; (e) Agrowisata Buah Naga; serta (f) Buah Naga Siap Jual...	87
Gambar 60. Muara Sungai Opak dengan <i>outlet</i> tunggal membentuk laguna dan membelok ke arah barat dengan gumuk pasir di bagian depannya.	88
Gambar 61. (a) Gumuk Pasir Tipe Melintang; (b) Gumuk Pasir Tipe Barchan	88
Gambar 62. (a) Gumuk Pasir Tipe Parabola; (b) Gumuk Pasir Tipe Memanjang	89
Gambar 63. Gedung Laboratorium Geospasial Pesisir di Depokrejo, Bantul.....	91
Gambar 64. Pantai Parangtritis terletak pada graben Bantul dengan muara Sungai Opak dan tinggian Wonosari.	92

Gambar 65. Foto Mikroskop Basal Terubah Parangkusumo	93
Gambar 66. (a) Pantai Parangtritis merupakan pantai berpasir lurus dengan latar belakang tinggian Wonosari; (b) Dinding terjal tersusun oleh batu gamping Formasi Wonosari; (c) Aktivitas berenang dan bermain pasir pantai dilakukan pada bagian timur; (d) Cagar Budaya Cepuri Parangkusumo; (e) Lava Basal sebagai Pusat Ritual di dalam Cepuri.....	94
Gambar 67. Air terjun pada lava yang berada di atas breksi vulkanik (a), struktur kekar kolom yang terbentuk (b) yang dimanfaatkan untuk arena wisata (c), dan air panas yang merupakan pemunculan gejala geotermal di pancuran telu (d).	97
Gambar 68. Foto Mikroskop Penjajaran Piroksin dan Plagioklas pada Lava Andesit Piroksin Baturraden	97
Gambar 69. Foto mikroskop lava andesit piroksin Curug Cipendok mengandung kristal plagioklas terjajar (a), serta pertumbuhan bersama piroksin dan plagioklas (b).	98
Gambar 70. (a) Air terjun Curug Cipendok setinggi 97 m dengan <i>sheeting joint</i> di bagian bawahnya; (b) Pintu Masuk Objek; (c) Kekar Kolom pada Sisi Jalan Menuju Curug; (d) Aktivitas mandi pada aliran sungai di bawahnya.....	99
Gambar 71. Gunung Merapi difoto pada pagi hari dari pesawat udara dengan arah tenggara-barat laut, terlihat jajaran Gunung Merapi, Merbabu, Sindoro, Sumbing, Dieng, dan Slamet.	100
Gambar 72. Bangunan Museum dari Arah Depan (a) dan Diorama Miniatur Gunung Merapi (b, c, d).....	104
Gambar 73. Gambaran Proses dan Aktivitas Gunung Merapi.....	105
Gambar 74. Peraga Mekanisme Bencana Tsunami dan Gempa Bumi...	105
Gambar 75. Model Struktur Gunung Api di Beberapa Lokasi.....	106
Gambar 76. Bekas awan panas bercampur dengan lahar dan lava serta menutupi aliran Sungai Gendol. Untuk mencapai lokasi ini harus ditempuh dengan berjalan kaki. Bekas lokasi aliran awan panas terlihat gersang, sedangkan yang tidak terlewati terlihat hijau.	107
Gambar 77. Foto mikroskop lava andesit piroksin Kaliadem tersusun oleh piroksin, opak, dan plagioklas dalam masa dasar mikrolit <i>feldspar</i>	108
Gambar 78. Jalan Menuju Objek Wisata Kaliadem dan Catatan Korban Erupsi Merapi 2010	109

Gambar 79. (a) Aliran Lahar Merapi Masuk ke Rumah Penduduk di Sebelah Utara Jembatan; (b) Pelurusan Aliran Sungai Kaliputih	109
Gambar 80. Kondisi Lingkungan di Sekitar Ketep Pass dan Fasilitas yang Tersedia	111
Gambar 81. Morfologi Gunung Api Purba Nglanggran dengan Kenampakan Bekas Kepundan yang Menjulung Tinggi.....	112
Gambar 82. Andesit piroksin dari Nglanggran, tekstur intersertal tersusun oleh kristal plagioklas diantara gelas vulkanik (a) dan mineral minor piroksin yang terbentuk (b).....	115
Gambar 83. Kompleks Candi Sambisari berada 6,5 m di bawah permukaan tanah.....	117
Gambar 84. Stratigrafi di Candi Sambisari	118
Gambar 85. Morfologi Kompleks Pegunungan Dieng, (1) Telaga Warna; (2) Telaga Pengilon; (3) Kawah Sikidang; (4) Gunung Pongonan; (5) Telaga Merdada.....	120
Gambar 86. Struktur sesar turun dan naik terbentuk mengitari dataran tinggi Dieng serta puncak-puncak gunung di sekitarnya...	121
Gambar 87. Foto mikroskop andesit Sikidang tersusun oleh kristal plagioklas yang sebagian berubah.....	121
Gambar 88. (a) Kawah Sikidang dengan Daerah Alterasi Batuan yang Luas; (b) Alterasi Argilik pada Batuan Beku Andesitik; (c) Gas yang Keluar dari Kawah; (d) PLTU Dieng.....	123
Gambar 89. (a) Pintu Masuk Objek; (b) Gradasi Warna Merah-Biru di Telaga Warna; (c) Lava Andesitik yang Membentuk Kekar Tiang; (d) Carica dan Purwaceng, Makanan Khas Dieng	126
Gambar 90. (a) Candi Bima; (b) Candi Gatotkaca; (c) Museum Kailasa; dan (d) Artefak di dalam Museum	127
Gambar 91. Skala Waktu Geologi.....	137
Gambar 92. Peta Pola Perjalanan Geowisata dari Arah Barat	148
Gambar 93. Peta Pola Perjalanan Geowisata dari Arah Timur.....	149

PENGANTAR PENERBIT

Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press mempunyai tanggung jawab untuk menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Penyediaan terbitan ilmiah yang berkualitas adalah salah satu perwujudan tugas LIPI Press untuk ikut serta dalam mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Buku yang berjudul *Panduan Geowisata: Menelusuri Jejak Dinamika Bumi pada Rangkaian Pegunungan Serayu dan Pantai Selatan Jawa* ini hadir dengan memberikan informasi mengenai jenis wisata yang belum banyak dikenal masyarakat, yakni geowisata. Sebagai salah satu jenis pariwisata minat khusus, geowisata menawarkan keindahan bentang alam dan batuan serta berbagai fenomena-fenomena kebumian. Pegunungan Serayu dan Pantai Selatan Jawa merupakan daerah yang sangat potensial untuk dapat dijadikan tujuan geowisata utama di Pulau Jawa karena memiliki begitu banyak objek wisata yang terkait dengan geowisata.

Dengan demikian, diharapkan buku ini dapat menjadi referensi yang tepat bagi para penggemar wisata dan turis, baik dari Pulau Jawa maupun pulau-pulau lain, bahkan wisatawan mancanegara. Ciri unik geowisata adalah wisata edukatif sehingga para pelajar dan mahasiswa juga bisa mendapatkan informasi yang berharga.

LIPI Press

KATA PENGANTAR

Pada Tahun Anggaran 2012, UPT Balai Informasi dan Konservasi Kebumian-LIPI (UPT BIKK-LIPI) Karangsembung mendapatkan program kegiatan Insentif Peningkatan Kemampuan Penelitian dan Perekayasaan dari Kementerian Riset dan Teknologi. Salah satu program tersebut berjudul “Artefak dan Singkapan Geologi pada Rangkaian Pegunungan Serayu dan Selatan Jawa sebagai Obyek Geowisata dan Pembelajaran”. Buku panduan geowisata ini merupakan salah satu media diseminasi hasil penelitian yang dapat dimanfaatkan oleh biro perjalanan wisata, kalangan pendidik, mahasiswa, pelajar, dan pemerhati wisata kebumian untuk lebih memahami keberadaan objek wisata secara geologis. Semoga keberadaan buku panduan ini dapat meningkatkan angka kunjungan ke LIPI Karangsembung dan objek-objek lain yang terkait dengan kebumian. Kepada tim peneliti, saya ucapkan terima kasih atas terbitnya buku ini.

Kepala UPT BIKK LIPI Karangsembung

Edi Hidayat

KATA PENGANTAR

Indonesia selama ini dikenal memiliki objek-objek wisata indah yang menjadi daya tarik kunjungan wisatawan, baik asing maupun domestik. Tiap-tiap objek wisata memiliki keunikan tersendiri yang harus dikembangkan untuk menarik lebih banyak lagi kunjungan wisatawan. Salah satu caranya adalah mengembangkan konsep geowisata, yang merupakan jenis wisata minat khusus dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam geologi sebagai daya tarik. Objek geowisata yang bisa dikembangkan di antaranya adalah bentuk bentang alam, batuan penyusun, struktur geologi, dan sejarah bumi di lokasi objek wisata. Titik berat kunjungan geowisata adalah untuk memahami dan memperkaya wawasan para wisatawan terhadap proses pembentukan fenomena fisik kebumihan.

Wilayah Indonesia terletak pada zona interaksi pertemuan lempeng tektonik Hindia Australia, Eurasia, dan Pasifik sehingga secara alamiah sangat kaya akan gunung berapi, zona patahan, jenis batuan yang bervariasi, morfologi (bentang alam) yang unik, dan berbagai bentuk fenomena geologi yang menarik untuk dikunjungi. Di samping itu, Indonesia memiliki banyak wilayah pertambangan, baik logam, batu bara maupun minyak, yang bisa menjadi daya tarik wisata. Geowisata dapat juga dikembangkan pada objek-objek wisata

alam yang sudah ada, pada kawasan cagar geologi ataupun pada daerah-daerah pertambangan (aktif ataupun nonaktif).

Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI), sebagai organisasi independen yang mewadahi para ahli geologi Indonesia, mengucapkan selamat dan sangat mendukung atas terbitnya buku ini sebagai salah satu panduan dalam sosialisasi geologi bagi masyarakat luas. Bahkan, IAGI juga memiliki anak organisasi yang menangani hal ini, yaitu Masyarakat Geowisata Indonesia (MAGI), yang memiliki program sosialisasi geowisata Indonesia. Kami yakin buku ini akan sangat membantu para peminat bidang kebumihan dalam memahami gejala-gejala alam, termasuk menjadi panduan dalam kegiatan ekskursi di sekitar Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung dan Karst Gombang Selatan.

Ketua Umum IAGI

Sukmandaru Prihatmoko

PRAKATA

Berdasarkan laporan tahunan LIPI Karangsembung, telah terjadi peningkatan jumlah pengunjung cukup signifikan dari pelajar sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Peningkatan angka kunjungan terjadi terutama setelah ditetapkan kawasan Karangsembung sebagai Cagar Alam Geologi pada 2006. Jumlah pengunjung pada 2006 sebanyak 4.443 orang, pada 2007 sebanyak 6.172 orang, pada 2008 sebanyak 8.860 orang, pada 2009 sebanyak 10.416 orang, pada 2010 sebanyak 11.186 orang, pada 2012 sebanyak 12.000 orang, dan pada 2013 sebanyak 12.600 orang. Namun, sebaran tingkat kunjungan belum merata, sebagian besar terkonsentrasi pada waktu akhir semester sekolah, sedangkan pada waktu-waktu lain terlihat lengang tanpa kunjungan. Sebagian besar pengunjung berasal dari sekolah yang berada di sekitar Jawa Tengah bagian selatan, sedangkan pengunjung yang berasal dari arah Jawa Barat ataupun Yogyakarta ke timur masih jarang. Beberapa permasalahan yang terkait dengan peningkatan kunjungan antara lain:

- 1) Paket yang disediakan masih terbatas di sekitar Karangsembung dan belum terhubung dengan objek lainnya sehingga kurang bervariasi.

- 2) Sebagian besar pengunjung jauh (dari Jawa Barat, Jakarta, dan Jawa Timur) berharap tidak hanya mengunjungi Karangsambung, tetapi juga tempat lain yang terkait dengan kebumian.
- 3) Belum tersedianya paket geowisata di luar Karangsambung yang dilengkapi buku panduan lapangan.
- 4) Belum tersosialisasinya geowisata, khususnya geowisata Karangsambung pada biro perjalanan wisata yang biasanya membawa pengunjung jauh.
- 5) Masih kurangnya fasilitas pendukung (museum, peraga, transportasi, dan fasilitas umum lainnya) untuk menunjang kelayakan sebagai objek wisata.

Untuk meningkatkan angka kunjungan Geowisata Karangsambung dan mengembangkan potensi objek wisata lain di sekitar rangkaian Pegunungan Serayu dan Pantai Selatan Jawa menjadi objek geowisata, disusunlah buku panduan geowisata ini dengan disertai paket geowisatanya.

Kebumen, 2016

Ketua Tim

Chusni Ansori

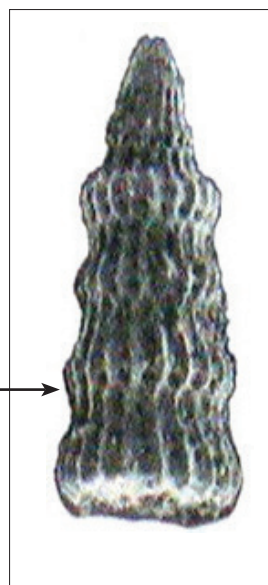
I | PENDAHULUAN

“The present is the key to the past”, yang berarti ‘kondisi saat ini merupakan kunci pemahaman terhadap proses-proses geologi di masa lampau’ adalah sebuah konsep yang ditawarkan oleh James Hutton sekitar tahun 1700 M. Jika kita ingin mengetahui kondisi bumi jutaan tahun silam, kita bisa mengetahuinya dengan memahami lapisan batuan yang dijumpai di permukaan bumi saat ini. Proses kejadian alam (letusan gunung api, gempa bumi, tsunami, patahan, dan tumbukan lempeng bumi) akan terekam dalam batuan yang terbentuk saat itu sehingga kita bisa memahaminya walaupun sudah berumur jutaan tahun. Dalam batuan, kita bisa menemui fosil, mineral, jejak patahan, dan struktur sedimen yang dapat dijadikan sebagai petunjuk tentang proses kejadian alam jutaan tahun yang lalu. Jika kita mendapati fosil radiolaria (Gambar 1), berarti lingkungan pembentukannya adalah laut dalam. Namun, jika yang kita dapatkan adalah fosil kayu, lingkungannya berada pada kondisi darat. Buku ini akan mengajak pembaca berwisata sambil mengenali proses kejadian alam berdasarkan pada data singkapan batuan atau fosil yang terbentuk dan dijumpai sepanjang lintasan geowisata.

Rekreasi merupakan kebutuhan manusia yang asasi dan universal serta memiliki fungsi penting dalam kehidupan perorangan. Rekreasi bertujuan menyegarkan sikap mental dan mengembalikan daya kreasi/

pemulihan setelah bekerja keras. Lebih lanjut, wisata merupakan kegiatan perjalanan atau sebagian dari kegiatan perjalanan yang dilakukan secara sukarela dan bersifat sementara untuk menikmati objek serta daya tarik wisata yang dapat berupa ciptaan Tuhan Yang Maha Esa. Objek wisata dapat berupa keadaan alam, seperti wanawisata, geowisata, dan wisata gua. Selain itu, dapat berupa hasil karya manusia, seperti wisata budaya mengunjungi keraton, candi, dan hasil karya manusia.

Pariwisata merupakan sektor andalan yang diharapkan dapat memberi sumbangan devisa besar bagi negara di masa mendatang. Sektor pariwisata juga merupakan sektor yang dapat menampung



Sumber: Wakita dkk., 1991

Keterangan: Singkapan batu rijang berselang-seling dengan lempung merah gampingan di puncak Gunung Wagirsambeng Karangsembung (158 mdpl, Ansori., 2011) mengandung fosil radiolaria yang menunjukkan bahwa pada masa kapur bawah-atas (± 117 – 66 juta tahun lalu, Wakita dkk., 1991) tempat ini merupakan dasar samudra purba ($- 4.000$ m).

Gambar 1. Singkapan batu rijang mengandung fosil radiolaria.

tenaga kerja dalam jumlah besar, memacu pertumbuhan ekonomi, meningkatkan dan memperbaiki sarana dan prasarana transportasi, fasilitas aksesibilitas, rekreasi, hiburan serta fasilitas pelayanan lainnya. Berdasarkan studi yang pernah dilakukan Departemen Pariwisata Pos dan Telekomunikasi (sekarang Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif), kecenderungan wisata masa depan merupakan wisata minat khusus yang berbasis pada alam/lingkungan. Agrowisata, wanawisata, dan wisata laut telah berkembang serta terbukti dapat memberikan nilai tambah dan devisa yang berarti pada negara. Berbagai studi ekonomi, seperti disampaikan oleh Direktorat Bina Objek dan Daya Tarik Wisata (1998), meramalkan bahwa usaha pariwisata akan berkembang secara global menjadi era keemasan di Asia-Pasifik, dengan pertumbuhan diperkirakan mencapai lebih dari 6% per tahun. Data sejak 1993 sampai 1997 menunjukkan bahwa jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia menunjukkan kenaikan yang signifikan, demikian juga perolehan devisanya. Penurunan kunjungan mulai tampak pada akhir 1997 hingga 1999, yang mungkin disebabkan oleh kondisi negara yang tidak stabil.

Geowisata termasuk jenis wisata minat khusus dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam geologi, seperti bentuk bentang alam, batuan penyusun, struktur, dan sejarah bumi dengan titik berat kunjungan untuk pengayaan wawasan dalam pemahaman proses pembentukan fenomena fisik alam. Kondisi alam Indonesia sangat potensial untuk pengembangan geowisata. Indonesia merupakan negara yang dipengaruhi oleh hasil pertemuan lempeng Hindia Australia (bergerak ke utara), Eurasia (relatif stabil), dan lempeng Pasifik (bergerak ke barat) sehingga Indonesia sangat kaya akan gunung berapi, jalur mineralisasi serta berbagai bentuk fenomena fisik alam. Indonesia juga memiliki banyak wilayah pertambangan emas, batu bara, minyak, dan lainnya (Ansori, 1999). Setiap daerah kabupaten/kota mempunyai objek wisata yang menjadi andalan dalam menghimpun pendapatan asli daerah. Sebagian besar objek wisata



Sumber: Hidayat, 2004

Gambar 2. Geowisata Karangsambung sebagai Upaya Pemahaman tentang Struktur dan Sejarah bumi.

berkaitan dengan alam, seperti gunung berapi, gua, air terjun, laut, danau, waduk, pemandian air panas, dan sejenisnya. Umumnya, setiap objek selalu dikaitkan dengan legenda/cerita yang berkembang di masyarakat sebagai salah satu penambah daya tarik wisatawan dan hampir tidak pernah dikaitkan dengan proses-proses kejadian alam. Pengembangan geowisata, selain dapat menambah objek wisata baru, juga dapat menambah nuansa pada objek wisata yang telah ada, yang tentunya akan dapat memperbesar segmen pasar wisatawan. Kelebihan pengembangan geowisata dibandingkan wisata minat khusus lainnya adalah pada potensinya yang dapat dikembangkan pada hampir setiap daerah kabupaten dan kota (Ansori, 1988).

Provinsi Jawa Tengah, dengan 21 daerah kabupaten/kota, mempunyai 48 objek dan daya tarik wisata yang tersebar di setiap kabupaten, dan sekitar 27 objek wisata (60%) di antaranya sangat terkait dengan alam, yang dapat dikembangkan menjadi objek geowisata. Berdasarkan pada tingkat perkembangan objek wisatanya, Dinas

Pariwisata Provinsi Jawa Tengah (2000) membagi provinsi ini menjadi empat daerah pengembangan sebagai berikut.

- 1) Daerah A meliputi Semarang, Salatiga, Solo, Magelang, dan sekitarnya dengan Candi Borobudur sebagai objek utamanya.
- 2) Daerah B meliputi Demak, Kudus, Jepara, dan sekitarnya dengan objek utama yang selama ini dijual berupa kerajinan kayu.
- 3) Daerah C meliputi Pekalongan, Tegal, Brebes, dan sekitarnya dengan objek utama berupa kerajinan batik, tanaman teh, dan kehidupan tradisional.
- 4) Daerah D meliputi Kebumen, Wonosobo, Banyumas, dan Cilacap dengan objek utama yang selama ini dijual berupa dataran tinggi, gunung, panorama alam, pantai, air panas, dan kerajinan keramik.

Dalam buku ini, pembahasan akan dititikberatkan pada daerah pengembangan D dengan beberapa lokasi di sekitar Teluk Parigi, Jawa Barat yang termasuk rangkaian pegunungan selatan di Jawa Barat agar dapat menjadi satu rangkaian paket geowisata untuk pengunjung dari arah Bandung menuju Jawa Tengah. Beberapa objek wisata terkenal, seperti Baturraden di Banyumas, Teluk Penyu di Cilacap, Gua Lawa di Purbalingga, geotermal Dieng, api abadi Mrapen, *mud vulcano*/Bleduk Kuwu di Purwodadi, penambangan minyak tradisional di Cepu, fosil manusia purba di Sangiran, dan aliran lava Gunung Merapi, sangat bagus untuk pengembangan geowisata. Di samping itu, air terjun Tawangmangu, karst Gombang, karst Gunung Sewu, laboratorium alam geologi Karangsambung serta laut di sepanjang pantai selatan dan utara Jawa juga sangat layak dikembangkan.

Artefak dan singkapan geologi dapat dimanfaatkan sebagai objek dan daya tarik wisata apabila telah dideskripsikan dengan baik serta dibuatkan paket-paket geowisatanya. Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung merupakan artefak geologi dengan kondisi geologi unik dan menarik. Jejak proses tumbukan antarlempeng yang terjadi sejak zaman kapur sekitar 117 ± 5 juta tahun lalu bisa ditemukan di

tempat ini dalam bentuk singkapan berbagai jenis batuan dalam area yang tidak terlalu luas (Ansori, 2004). Sementara itu, di bagian selatan Kebumen, terdapat Kawasan Karst Gombang Selatan. Di kawasan ini, terdapat morfologi karst dengan gua dan sungai bawah tanahnya yang menarik. Kawasan Karst Gombang Selatan mempunyai potensi yang menarik untuk dikembangkan sebagai objek geowisata, dan pengembangan geowisata kawasan ini sebaiknya terhubung dengan geowisata pada kawasan Karangsembung (Ansori, 2011).

Ketenaran dan gaung geowisata tidak sekuat ekowisata dan agrowisata, padahal tingkat keunikan dan sensasinya tidak kalah menarik dibandingkan dengan jenis wisata minat khusus lainnya. Informasi tentang proses pembentukan gua, pembentukan pegunungan, geotermal dan gejala-gejala geologi serta proses patahan dengan segala implikasinya, mempunyai nilai keunikan dan sensasi yang luar biasa, meskipun gaungnya tidak terlalu kuat. Hal ini mungkin karena belum banyak tersedia paket geowisata, belum ada buku panduan geowisata, dan belum tersosialisasi geowisata kepada berbagai kalangan. Untuk dapat meningkatkan angka kunjungan wisata di Karangsembung dan objek wisata lainnya, perlu dibuat buku panduan geowisata yang dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa, pelajar, biro perjalanan, profesi pendidik geografi/fisika (MGMP), dan organisasi profesi lain yang berbasis kebumian.



Menelusuri Jejak Lantai Samudra Purba di Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung

Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung, yang terletak 19 km sebelah utara Kebumen, merupakan laboratorium alam terbaik. Berbagai jenis batuan dengan lingkungan pembentukan yang berbeda-beda bisa dijumpai di sana. Karangsambung merupakan tempat pertemuan antara lempeng Samudra Hindia Australia dan lempeng Benua Eurasia. Jejak proses tumbukan antarlempeng yang terjadi mulai zaman kapur sekitar 117 ± 5 juta tahun silam bisa ditemukan di tempat ini dalam bentuk singkapan berbagai jenis batuan dengan kenampakan morfologinya. Hal tersebut menjadikan tempat ini laksana sebuah *textbook* alam dengan konsep tektonik lempeng yang dapat dipelajari dan dibuktikan kebenarannya.

Kawasan Karangsambung ibarat sebuah buku yang bercerita tentang kebenaran konsep tektonik lempeng dalam bentuk morfologi, singkapan batuan, mineral maupun fosil. Jika di buku hanya dilihat melalui gambar dan tulisan, namun di Karangsambung dapat dilihat langsung di alam. Prof. Hamilton dari USGS yang datang pada 1970-an terkagum-kagum saat melihat bukti nyata dari *New Global Tectonic Theory* di Karangsambung. Keunikan geologi Karangsambung dapat disejajarkan dengan zona-zona tumbukan di tepi barat Amerika, Italia, Taiwan, dan beberapa pulau di Jepang. Di beberapa negara

maju, seperti Amerika dan Australia, fenomena geologi yang unik dan menarik telah diwujudkan sebagai taman alam. Sebut saja Yellow Stone National Park dan Devil's Tower di Amerika dan beberapa tempat lain (Asikin, 2003).

Dengan terwujudnya kawasan konservasi di Karangsambung, kepentingan ilmiah, pendidikan, wisata, dan ekonomi akan dapat diatur secara komprehensif di dalam satu manajemen sehingga pengelolaan kawasan secara berkelanjutan semakin baik. Hal ini sesuai dengan standar UNESCO, yakni taman geologi (*geopark*) haruslah mempunyai kenampakan geologi yang spesial dan langka yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan penelitian, pendidikan, dan pengembangan ekonomi lokal (*geotourism and geoproduct*) berkelanjutan.

Berbagai jenis batuan beku, seperti peridotit, gabro, basal, dasit, diabas, dan andesit terdapat di daerah ini. Batuan sedimen klastik, bioklastik, ataupun nonklastik yang terbentuk pada dasar samudra hingga laut dangkal berumur 80–30 juta tahun yang lampau dijumpai pula di Karangsambung (Asikin & Suyoto, 1994). Rijang, lempung merah, dan gamping merah yang terbentuk di dasar samudra dengan posisi lapisan hampir vertikal membentuk fenomena yang sangat menarik. Rijang sering berasosiasi dengan lava bantal yang terbentuk dari pembekuan magma pada punggung tengah samudra. Batu lempung bersisik/*scaly clay* (hasil proses pelongsoran berulang-ulang), batu pasir, breksi vulkanik, konglomerat kuarsa, dan batu gamping *nummulites* juga ditemukan. Batuan metamorf seperti filit, sekis hijau, sekis mika (berumur 117 ± 5 juta tahun), sekis biru, dan *eclogite* yang terbentuk dari metamorfosis regional tingkat tinggi terbentuk pula di Karangsambung (Ketner, 1976). Adapun morfologi *amphitheater* (teater alam terbuka) merupakan rangkaian gunung berbentuk tapal kuda dengan lembah di tengahnya sebagai hasil proses geologi sehingga terjadi pembalikan topografi, yakni puncak antiklin berubah

menjadi lembah, sedangkan lembah sinklin sekarang berupa puncak gunung.

Keanekaragaman batuan di Karangsembung dengan kenampakan morfologi serta kekompleksan struktur geologinya menjadikan kawasan ini sebagai monumen geologi yang layak dikonservasi dan dijaga kelestariannya. Berdasarkan pada Keputusan Menteri ESDM No. 2817K/40/MEM/2006 tentang Penetapan Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsembung, kawasan Karangsembung seluas kurang lebih 22.157 ha, yang meliputi Kabupaten Kebumen, Banjarnegara, dan Wonosobo, telah ditetapkan sebagai Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsembung. Secara fisiografi, Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsembung termasuk dalam Banyumas Sub-Basin, yang merupakan salah satu cekungan di bagian selatan Jawa. Beberapa penulis memasukkannya dalam Cekungan Jawa Selatan (Gambar 3).



Sumber: Asikin & Suyoto, 1994

Gambar 3. Posisi Daerah Luk Ulo pada Rangkaian Pegunungan Selatan

Banyak diskusi tentang posisi tektonik cekungan ini, dan tampaknya belum terlalu jelas posisinya. Asikin & Suyoto (1994) menyatakan bahwa kawasan ini pada zaman kapur akhir-eosen merupakan daerah subduksi, pada miosen awal-tengah termasuk *fore-arc* basin dan menjadi *back-arc* basin pada miosen tengah-miosen akhir.

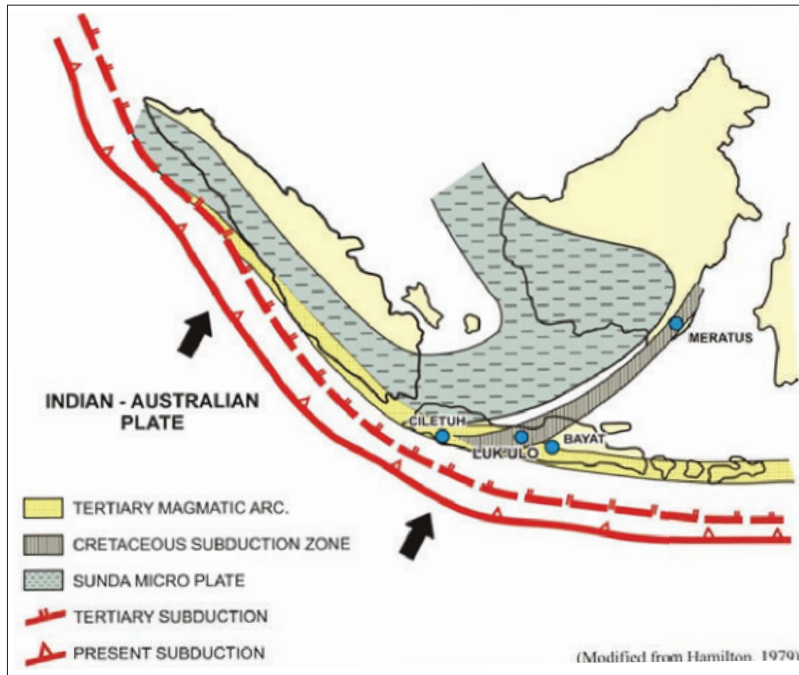
Geowisata Karangsambung akan mengajak peserta mengamati batuan lantai samudra berumur kapur akhir-paleosen yang membentuk prisma-prisma akresi dengan struktur geologi yang kompleks dan batuan yang terlipat dan terpatahkan yang merupakan endapan olistostrome hingga turbidit. Batuan-batuan *basement* pratersier ter-deformasi sangat kuat tersebar luas di sebelah utara kampus lapangan geologi, sekitar 30 x 10 km. Sementara itu, batuan yang lebih muda dan mengalami perlipatan tersebar di bagian selatan.

A. GEOLOGI KARANGSAMBUNG

1. Sejarah Tektonik Karangsambung

Batuan tertua di Jawa yang merupakan inti Pegunungan Serayu Selatan dan dasar cekungan tersingkap di Karangsambung. Karangsambung terletak 20 km sebelah utara Kota Kebumen, yang merupakan satu dari tiga lokasi tersingkapnya batuan pratersier, yaitu Ciletuh di Jawa Barat dan Bayat di Jawa Tengah (lihat Gambar 4).

Kawasan Karangsambung merupakan bagian dari Pegunungan Serayu Selatan yang tererosi paling dalam, tersusun oleh batuan dan struktur geologi yang kompleks, yakni batuan dengan lingkungan pembentukan yang berbeda-beda dan mengalami perusakan/deformasi kuat. Variasi dan umur batuan berbeda tersingkap secara bergantian dalam jarak dekat dengan struktur dan stratigrafi yang tidak teratur. Kelompok batuan ini disebut sebagai kelompok batuan bancuh atau kompleks *melange*. Kompleks *melange* tersusun oleh fragmen dan blok batuan ofiolit, metamorfosis derajat rendah-tinggi, batuan metasedimen, dan batuan sedimen laut dalam yang berada di



Sumber: Asikin dan Suyoto, 1994

Gambar 4. Perkembangan Tektonik Pulau Jawa antara Zaman Kapur dan Kuartar

dalam kepungan batu lempung bersisik. Fragmen dan blok batuan tersebut umumnya berbentuk *angular-sub-angular* dengan ukuran beberapa sentimeter hingga kilometer. Nama Kompleks Melange Luk Ulo diusulkan untuk kelompok batuan yang merupakan *tectono-stratigraphic unit* (Asikin, 1974).

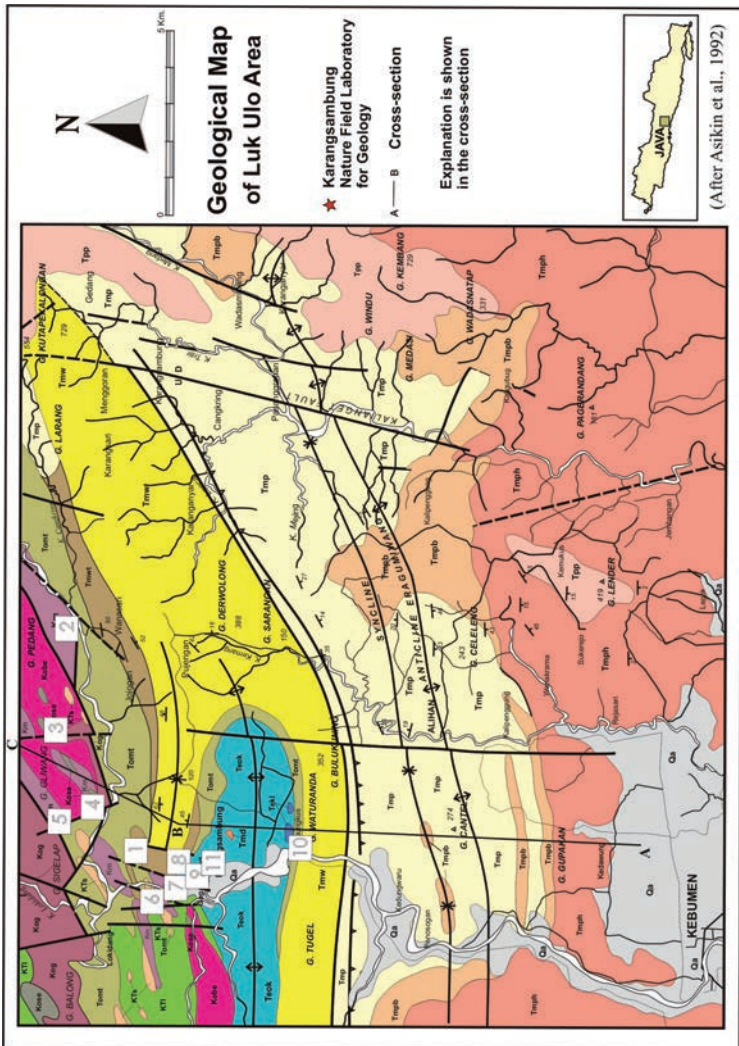
Melange Luk Ulo merupakan hasil subduksi antara lempeng Samudra Hindia-Australia (yang bergerak ke arah utara) dan lempeng Eurasia (relatif diam). Arah umum kecenderungan struktur geologinya adalah timur laut-barat daya yang sejajar dengan tinggian dan rendahan pada daerah Cekungan Jawa Utara serta Pegunungan Meratus di Kalimantan. Korelasi lebih lanjut dengan kelompok batuan di Meratus dan Pulau Laut menunjukkan bahwa penunjaman melewati

Kalimantan. Di daerah Ciletuh, Jawa Barat, pola strukturnya barat-timur, sedangkan di Pegunungan Serayu Selatan strukturnya berubah ke arah timur laut hingga Laut Jawa dan terus sampai Pegunungan Meratus di Kalimantan.

Kompleks Melange Luk Ulo ditutupi oleh endapan *olistostrome* Formasi Karangsembung dan Totogan. Kedua formasi tersebut tersusun oleh campuran fosil paleosen, eosen, dan oligosen. Asosiasi batuan dan struktur geologinya menandakan bahwa formasi ini dihasilkan dari proses peluncuran gaya berat pada prisma akresi yang merupakan endapan *syn tektonik*. Selama pengisian cekungan yang kecil ini, batuan mengalami proses deformasi secara terus-menerus. Berdasarkan asumsi letaknya di atas batuan *mélange*, umur formasi ini tidak lebih muda dari paleosen. *Olistostrome* ini ditutupi secara tidak selaras oleh endapan klastika vulkanik dan endapan turbid berumur oligosen-miosen tengah berupa Formasi Waturanda dan Penosogan, yang merupakan endapan *fore-arc basin*.

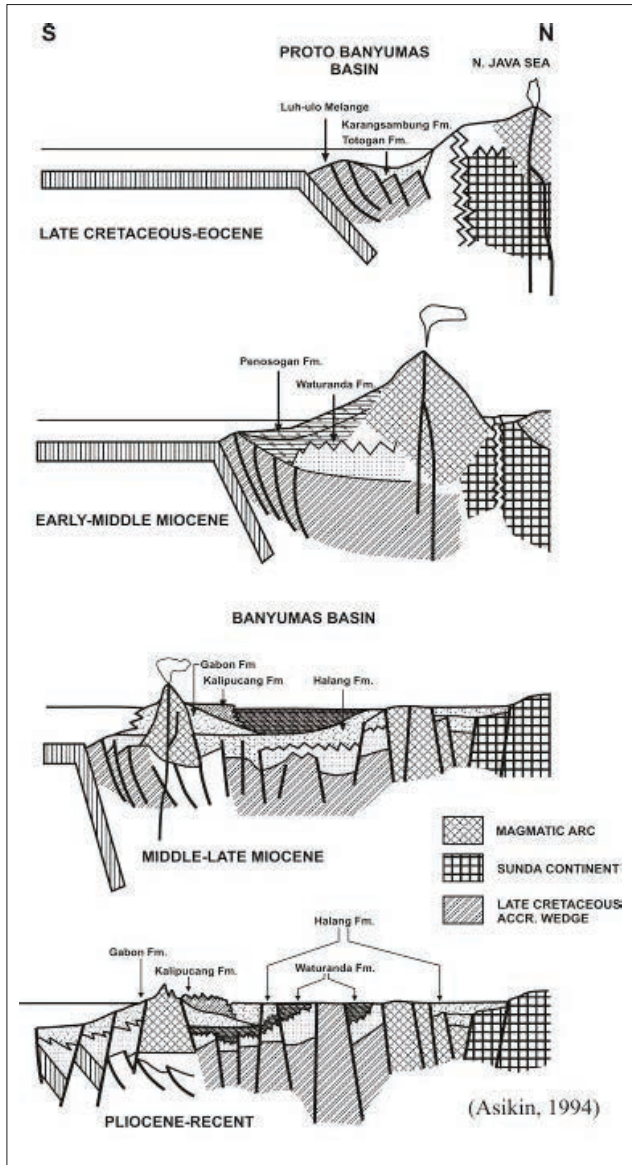
Pada masa miosen akhir, batas lempeng bergerak ke arah selatan, yang menghasilkan pergeseran sumbu magmatik ke arah selatan dan menghasilkan batuan vulkanik kalk-alkalin di daerah Karangbolong. Pada saat itu, cekungan Banyumas menurun dan terisi sedimen dari sumbu magmatik di selatan serta dari tepi benua di utaranya yang menghasilkan Formasi Halang.

Setidaknya terdapat dua patahan utama yang melalui daerah ini, yaitu berarah barat laut-tenggara dan utara-selatan. Patahan barat laut-tenggara merupakan sisa patahan naik pada zona imbrikasi dari prisma akresi yang dihasilkan selama proses penunjaman yang kemudian diaktifkan kembali oleh tektonik berikutnya. Sementara itu,



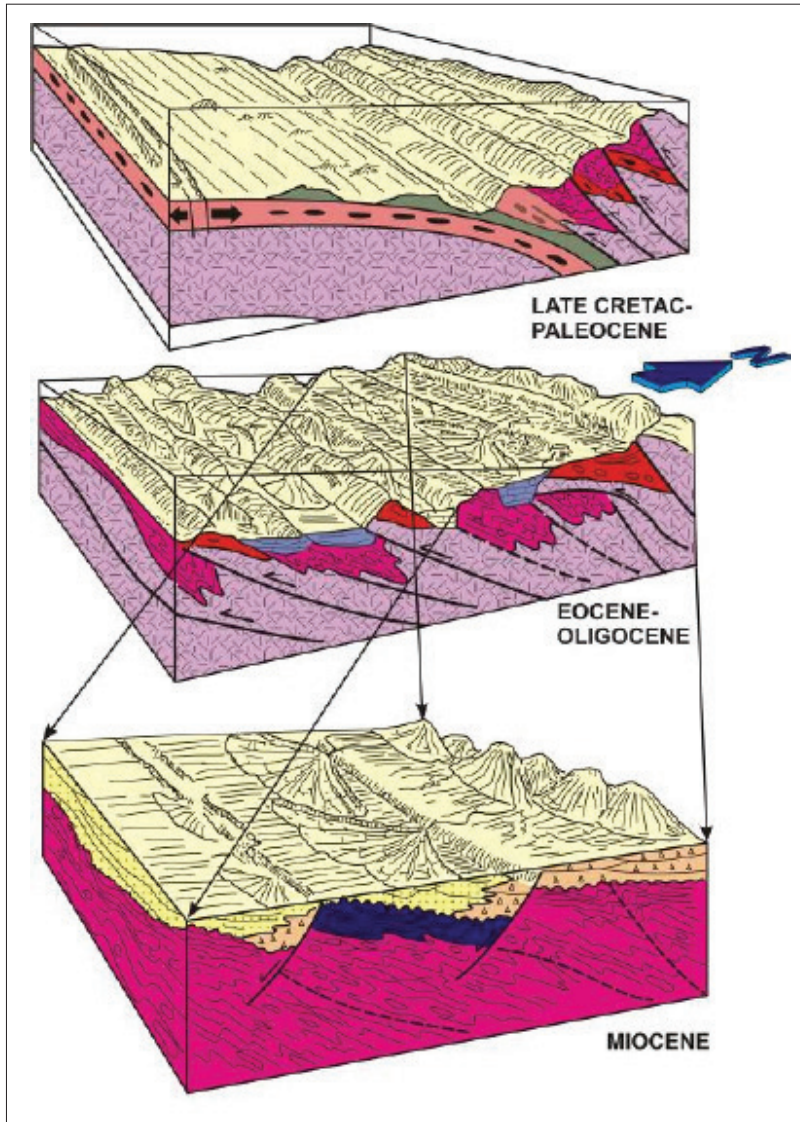
Sumber: Asikin dan Suyoto, 1994

Gambar 5. Peta Geologi Kawasan Karangsambung dan Lokasi Pengamatan



Sumber: Asikin dan Suyoto, 1994

Gambar 6. Model Evolusi Tektonik Cekungan Banyumas



Sumber: Asikin dan Suyoto, 1994

Gambar 7. Blok Diagram Evolusi Kompleks Melange Luk Ulo

patahan utara-selatan dihasilkan oleh gaya kompresi yang sekaligus menghasilkan lipatan berarah barat-timur

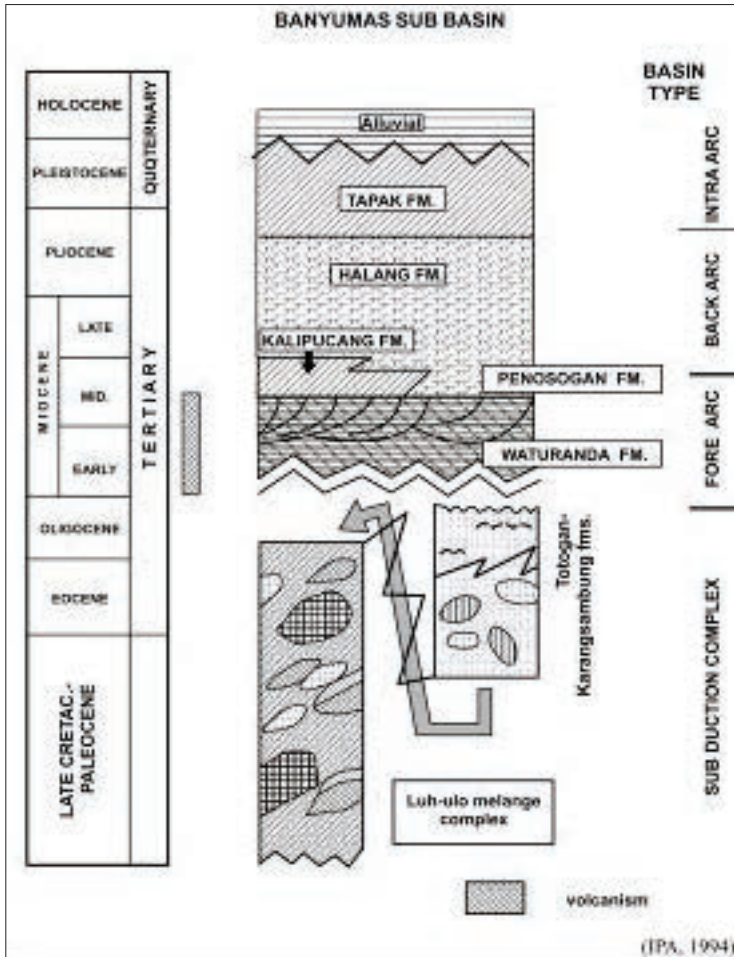
2. Formasi Batuan

Secara garis besar, batuan di Karangsembung tersusun dari berbagai jenis dengan lingkungan pembentukan dan umur yang berbeda-beda serta struktur geologi yang kompleks. Kekompleksan kondisi geologi terjadi karena adanya zona penunjaman/subduksi antara lempeng Samudra Hindia Australia dan lempeng Benua Eurasia pada zaman kapur-eosen. Susunan batuan daerah ini dimulai di batuan tertua di Jawa yang mengalami pengangkatan dan erosi maksimal sehingga muncul di kawasan Karangsembung. Menurut Asikin dan Sutoyo (1994), susunan lapisan batuan daerah ini meliputi Kompleks Melange Luk Ulo, Formasi Totogan-Karangsembung, Formasi Waturanda, dan Formasi Penosogan (Gambar 8).

a. Kompleks Melange Luk Ulo

Kompleks Melange Luk Ulo merupakan satuan batuan bancuh (*chaotic*) dari berbagai macam batuan sedimen, beku, dan metamorf pada masa dasar lempung yang tergerus kuat (*pervasively sheared*). Kenampakan struktur *boudinage* dengan kekar gerus dan cermin sesar merupakan hal yang umum dijumpai pada permukaan batuan. Blok-blok batuan berupa *exotic block* ataupun *native block* berukuran mulai dari beberapa sentimeter hingga ratusan meter yang mengambang di atas lempung hitam tersebar luas dengan pola penyebaran sejajar arah gerusan. Komponen Melange Luk Ulo meliputi:

- 1) Batuan metamorfik, merupakan batuan tertua yang dijumpai dan terdiri atas genes (*gneiss*), sekis hijau, sekis mika, sekis biru, filit, *amphibolite*, eklogit, dan marmer. Pengukuran radiometrik K-Ar pada sekis mika menunjukkan umur 117 ± 5 Ma (Ketner, 1976).
- 2) Batuan beku, berupa batuan ultra-mafik yang merupakan seri batuan ofiolit, dijumpai sangat bagus di daerah ini. Peridotit,



Sumber: Asikin dan Suyoto, 1994

Gambar 8. Kolom Stratigrafi Sub-Cekungan Banyumas

serpentin, gabro, dan basal yang sering membentuk struktur bantal. Basal berstruktur bantal umumnya terdapat bersamaan dengan sedimen laut dalam.

- 3) Sedimen laut dalam, berupa selang-seling rijang dengan lempung merah atau lempung merah gampingan.

- 4) Batuan sedimen, umumnya berupa perselingan batuan pelitik dengan batu pasir. Di samping itu, dijumpai *greywacke* dan *meta-greywacke* yang sering membentuk struktur *boudinage*.

Berdasarkan penanggalan radiometrik K-Ar, umur metamorfisme sekitar kapur akhir (117 Ma), sedangkan dari fosil radiolaria menghasilkan kapur awal hingga akhir (Wakita dkk., 1991). Asikin (1974) dan Sapri dkk. (1998), berdasarkan nano-fosil dari sedimen di atas *mélange*, menemukan percampuran fauna zaman paleosen dengan eosin. Dari data ini, diduga umur kompleks *mélange* berkisar dari kapur akhir hingga paleosen.

b. Formasi Karangambung-Totogan

Menurut Asikin (1974), Formasi Karangambung-Totogan tersusun oleh kelompok sedimen yang tercampur aduk karena proses pelong-soran gaya berat yang dikenal dengan istilah *olistostrome*. Bongkah-bongkah batuan sedimen berukuran beberapa sentimeter hingga ratusan meter tersebar secara acak dalam masa dasar lempung hitam bersisik (*scaly clay*). Jenis fragmen batuan yang dijumpai bermacam-macam. Pada bagian bawah, variasi fragmennya sangat heterogen yang terdiri dari lebih dari enam jenis fragmen, seperti batu lempung, batu pasir, konglomerat, sekis, flit, batu gamping berfosil, kuarsit, basal, marmer, rijang, dan breksi polimik. Pada bagian atas, variasi fragmennya bersifat homogen. Diameter fragmen sangat bervariasi, sebagian besar kurang dari 30 cm, sebagian kecil mencapai ratusan meter. Fragmen berukuran besar dijumpai pada bagian bawah sampai tengah formasi, fragmen lebih kecil dijumpai pada bagian atas formasi, sedangkan sebaran fragmen tidak memiliki pola. Berdasarkan pada ukuran dan variasi fragmen, tingkat gangguan tektonik diperkirakan lebih kuat pada awal sedimentasi, yang kemudian melemah pada akhir proses sedimentasi. Seluruh satuan *olistostrome* awalnya diendapkan pada cekungan labil dekat kompleks *mélange*, yang kemudian semakin menjauh dari kompleks *mélange*. Masa dasar berupa batu lempung

bersisik, berwarna abu-abu gelap hingga cerah. Bagian bawah formasi *scaly clay* sangat intensif terbentuk, tetapi pada bagian atas tidak. Perbedaan intensitas pembentukan lempung bersisik terjadi karena ada proses pelongsoran kuat yang berulang-ulang, tetapi kekuatannya semakin berkurang ke arah atas (Ansori & Sapri, 2002).

Diabas dan Basal

Diabas dijumpai sebagai batuan beku intrusif *dyke* (Gunung Bujil) dan *sill* (Gunung Parang) yang menerobos Formasi Karangsambung. Pada beberapa bagian, didapatkan aliran lava berstruktur bantal, tetapi sifatnya lebih andesitik dengan tekstur lebih kasar dibandingkan lava bantal pada kompleks *mélange*. Kelompok batuan ini mempunyai afinitas *tholeit* busur kepulauan yang diduga sebagai hasil vulkanisme bawah laut dengan pusat erupsi di sekitar Gunung Parang-Dakah (Yuwono, 1997). Menurut Atmadja dkk. (1994), berdasarkan pada penarikan radiometrik K-Ar, diabas Gunung Parang berumur 26–39 Ma atau sekitar eosen-oligosen, yang identik dengan kisaran umur Formasi Karangsambung-Totogan. Ada kemungkinan batuan ini di-erupsikan bersamaan dengan pengendapan *olistostrome* dari Formasi Karangsambung-Totogan.

c. Formasi Waturanda

Formasi ini tersusun oleh breksi vulkanik dan batu pasir dalam perulangan perlapisan yang tebal. Breksi umumnya tersusun oleh fragmen andesitik dengan ukuran beragam, mulai dari kerikil hingga bongkah lebih dari 1 meter. Masa dasar berupa pasir kasar, struktur sedimen yang dijumpai berupa perlapisan bersusun normal, bersusun terbalik, dan laminasi sejajar. Formasi ini diendapkan sebagai endapan turbidit, berumur miosen awal (N5–N8).

d. Formasi Penosogan

Terletak selaras di atas Formasi Waturanda, tersusun oleh perlapisan batu pasir tipis hingga sedang, batu lempung, kalkarenit, napal

tufaan, dan tufa. Bagian bawah dicirikan oleh perlapisan batu pasir-batu lempung yang butirannya menghalus ke atas dan komponen karbonatnya semakin tinggi. Bagian tengah terdiri atas perlapisan napal dan lanau tufaan dengan sisipan tipis kalkarenit dan sekuen Bouma berkembang baik. Bagian paling atas kandungan tufanya meningkat dengan dominasi napal tufaan dan tufa. Formasi Penosogan diendapkan pada lingkungan laut dalam yang dipengaruhi arus turbidit.

e. Formasi Halang

Penyebaran formasi terletak di bagian selatan, membentang dari barat hingga timur menempati daerah perbukitan, tebalnya 400–700m. Litologi penyusunnya terdiri atas batu pasir gampingan, batu pasir kerikilan, batu pasir tufaan, napal, napal tufaan, batu lempung, batu lempung napalan, dan sisipan kalkarenit. Umur formasi adalah miosen tengah-pliosen awal, berdasarkan pada temuan fosil bentos, seperti *Gyroida* sp. dan *Epinodes* sp.

B. GEOWISATA KARANGSAMBUNG

Geowisata Karangsambung ditekankan pada kegiatan untuk melandasi pemahaman proses-proses kebumian, baik proses yang berlangsung jutaan tahun lalu, proses yang terjadi sekarang maupun kemungkinan proses yang terjadi pada masa-masa mendatang. Melalui kegiatan geowisata di Karangsambung, peserta akan mendapatkan gambaran aneka jenis batuan, proses pembentukan bentang alam, dan dinamika bumi. Karangsambung terletak 19 km di sebelah utara Kebumen. Jalan menuju lokasi berupa jalan beraspal yang cukup baik, datar, tetapi berkelok-kelok mengikuti Sungai Luk Ulo, yang berada di sebelah barat.

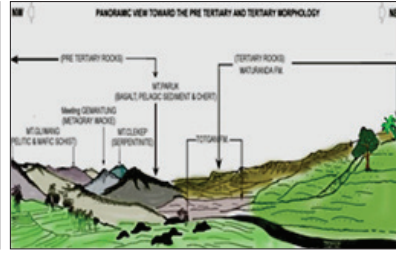
Kegiatan wisata ilmiah di Karangsambung dikelola oleh UPT Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung LIPI. Fasilitas pendukungnya sudah memadai, yakni berupa gedung per-

kantoran, gedung pertemuan, wisma/tempat penginapan berpenyejuk udara (AC), perpustakaan, *workshop* kerajinan batu mulia, area parkir, dan sarana pendukung lainnya. Selain bersifat petualangan, wisata ilmiah Karangsambung lebih banyak mengandung unsur pendidikan. Kegiatan wisata ilmiah sendiri meliputi ceramah ilmiah populer, diskusi, kunjungan lapangan ke berbagai lokasi penting, dan melihat koleksi batuan serta proses pembuatan batu mulia. Wisatawan juga bisa mendapatkan aneka jenis batuan melalui kegiatan perburuan batuan di Sungai Luk Ulo.

Melalui kegiatan geowisata, wisatawan akan mendapatkan penjelasan tentang berbagai macam batuan tua dan proses pembentukannya, melihat dan mendapatkan penjelasan tentang morfologi *amphitheater* dan proses pembalikan topografi, singkapan batuan yang penting bagi ilmu pengetahuan, dari puncak gunung, lembah, hingga menyusuri sungai yang memberikan gambaran tentang proses dinamika bumi. Sebelum melakukan kegiatan wisata di alam terbuka, wisatawan akan diberi penjelasan umum disertai penayangan gambar untuk memahami proses evolusi bumi. Pada akhir kegiatan, wisatawan dapat melihat museum serta proses dan hasil pembuatan kerajinan batu mulia yang dapat digunakan untuk cendera mata, seperti cincin, liontin, jam batu, asbak, suiseki, dan kerajinan batuan lainnya. Tinjauan lapangan untuk melihat bukti proses dinamika bumi meliputi singkapan batuan dan morfologi pada 11 titik lokasi, secara ideal diperlukan waktu dua hari kunjungan.

Lokasi 1. Totogan, Morfologi Batuan Tua dan Muda

Ketika pandangan diarahkan ke timur, terlihat jelas perbedaan morfologi batuan pratersier (lebih dari 65 juta tahun silam) di sebelah kiri dengan batuan tersier di sebelah kanan (Gambar 9). Morfologi pratersier dicirikan oleh bukit yang menyendiri, tidak teratur, berbentuk prisma, dan batuan pada morfologi ini dikenal sebagai *mélange seboro*. Terlihat tiga bukit berbentuk prisma



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 9. Perbedaan Morfologi Batuan Pratersier (Sebelah Kiri) dengan Morfologi Batuan Tersier (Sebelah Kanan) yang Dipisahkan oleh Lembah Patahan

dengan susunan batuan dan lingkungan pembentukan yang berbeda, yaitu Gunung Gliwang (paling utara), yang tersusun oleh sekis dan sedimen pelitik; Gunung Gemantung, yang tersusun oleh batu pasir *metagraywacke*; serta serpentinit di Gunung Clekep (paling selatan). Morfologi tersier berupa perbukitan teratur yang membujur ke arah timur berupa Gunung Paras dan Gunung Perahu. Batuan penyusunnya berupa breksi vulkanik Formasi Waturanda yang berumur miosen awal (15 juta tahun), sedangkan lembah, misalnya lokasi mengalirnya Sungai Luk Ulo, merupakan lembah patahan memanjang yang diisi oleh batuan sedimen Formasi Totogan.

Lokasi 2. Kali Brengkok Sadang Kulon, Sekis Mika (Batuan Tertua di Pulau Jawa)

Batuan berwarna abu-abu cerah dan tampak mengilap jika terkena sinar matahari merupakan batuan tertua di Jawa (Gambar 10). Warna putih metalik berlembar pada batuan adalah mineral mika, sedangkan lapisan-lapisan tipis merupakan penjajaran mineral karena pengaruh tekanan yang sangat kuat pada saat proses perubahan batuan asal menjadi sekis mika di dalam kulit bumi. Batuan ini merupakan bagian alas/*basement* Pulau Jawa. Berdasarkan pada penanggalan secara radioaktif (K-Ar), batuan ini termetamorfosiskan pada zaman



Sumber: Ansori, 2004

Gambar 10. Sekis Mika, Batuan Dasar Pulau Jawa yang Tersingkap

kapur, 117 ± 5 juta tahun yang lalu (Ketner, 1976), yang membuktikan bahwa sejak zaman tersebut telah terjadi tumbukan lempeng samudra dengan lempeng benua di kawasan Karangsambung.

Lokasi 3. Kali Muncar Seboro, Basal dan Rijang (Batuan Lantai Samudra)

Untuk mencapai lokasi ini, perlu jalan kaki sekitar 25 menit dari Masjid Seboro melalui sisi timur Kali Paladipa ke arah utara, kemudian berbelok ke kiri melewati persawahan dan turun di Kali Muncar.

Pada dinding sungai, dijumpai singkapan batuan sedimen sepanjang 100 m berwarna merah menyerupai kelir/layer pertunjukan wayang. Pada bagian atasnya, dijumpai lava menyerupai kenong dan gong (Gambar 11). Masyarakat sekitar menamai singkapan batuan ini watu kelir. Batuan sedimen merupakan selang-seling antara rijang dan lempung merah gampingan, dengan perlapisan tegak. Rijang dan lempung merah yang terisi kalsit berwarna putih ini tampak retak-retak. Warna merah pada rijang timbul karena mengandung unsur besi dan kandungan fosil Radiolaria berumur kapur atas (Wakita dkk. 1991). Batuan beku di bagian atasnya, yang tampak bulat memanjang merupakan lava basal berstruktur bantal. Lava ini terbentuk pada zona pemekaran dasar samudra. Berdasarkan pada penentuan umur



Sumber: Ansori, 2004

Gambar 11. Lava Bantal dan Rijang, Batuan Dasar Samudra Berumur 81 Juta Tahun Lalu yang Telah Terangkat

secara radioaktif dengan metode K-Ar berumur 81 ± 4 juta tahun (Suparka, 1988). Keberadaan batuan ini membuktikan bahwa pada 81 juta tahun lalu kawasan ini merupakan dasar samudra dengan kedalaman lebih dari 4.000 m. Akibat gaya tektonik yang sangat kuat, daerah ini mulai terangkat di atas muka laut pada zaman esosen (55 juta tahun lalu). Berdasarkan pada analisis geokimia, basal Sungai Medana termasuk basal *tholeit* yang sangat jenuh silika, terbentuk pada daerah punggung tengah samudra pada saat fraksinasi mantel bumi hingga sebelum terjadinya tumbukan (Ansori, 2007).

Lokasi 4. Pucangan, Serpentinit (Batuan Lantai Samudra yang Terubah)

Serpentinit berwarna hijau gelap merupakan ubahan dari batuan ultrabasa yang terbentuk dari proses pembekuan magma di kerak samudra (Gambar 12). Proses ubahan terjadi dalam dua fase. Fase pertama terjadi pada saat batuan tersebut bersentuhan dengan lingkungan air laut, sedangkan fase kedua terjadi ketika masuk ke zona tunjaman dan terangkat ke permukaan bumi. Kesan mengilap dan bergaris-garis tipis muncul akibat pergesekan antarbatuan pada saat terjadi patahan. Sekitar 1 km sebelah utara lokasi ini pernah beroperasi tambang asbes hasil ubahan lebih lanjut dari batuan serpentinit.



Sumber: Ansori, 2004

Gambar 12. Serpentinit, batuan ultrabasa dasar lempeng samudra yang terubah, berwarna kehijauan.

Lokasi 5. Totogan, Marmer (Batuan Lempeng Benua yang Terubah)

Marmer merupakan batuan hasil ubahan batu gamping yang terbentuk karena pengaruh tektonik. Lokasi ini merupakan bekas penambangan dengan dimensi singkapan 100 x 150 m, yang dimanfaatkan untuk batuan ornamen. Warna utama marmer adalah putih, dengan variasi warna merah dan hijau (Gambar 13). Perbedaan warna ini terjadi akibat adanya pengotor yang masuk ke batu gamping. Selama ini

marmer di dimanfaatkan untuk pembuatan momento dan ornamen lainnya.



Sumber: Ansori, 2004

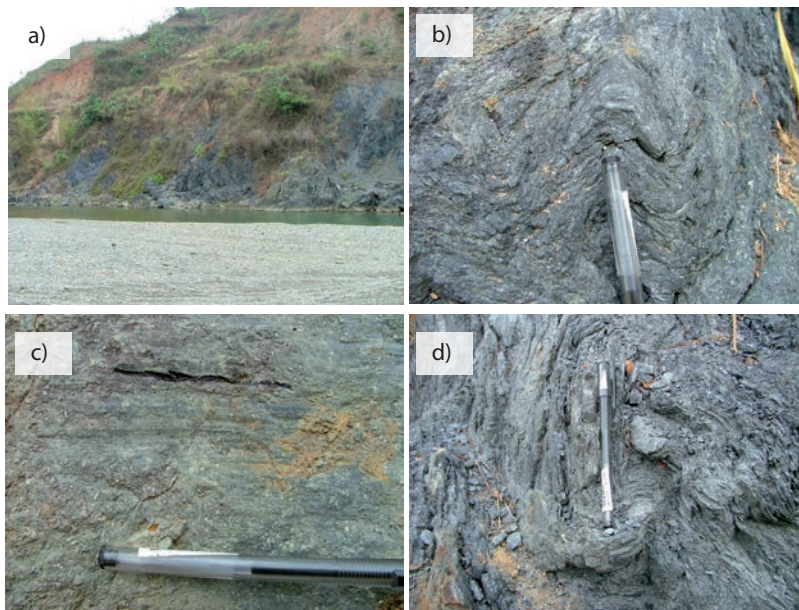
Gambar 13. Singkapan Marmer di Daerah Totogan, Batu Gamping yang Terubah

Lokasi 6: Gunung Sipako, Filit (Batuan Ubahan Derajat Rendah)

Lokasi batuan yang terdapat di tepi Sungai Luk Ulo berupa singkapan batuan berwarna hitam pada dinding sungai yang terjal. Batuan membentuk struktur foliasi, menyerupai lembaran-lembaran halus yang dikenal dengan nama filit. Batuan ini termasuk bongkahan batuan asing (*exotic block*) yang membentuk lipatan mikro (Gambar 14). Filit terbentuk selama proses penunjaman dan merupakan batuan metamorf berderajat rendah. Proses tektonik dan deformasi lebih lanjut berupa patahan geser searah aliran sungai, membentuk lipatan-lipatan kecil (*microfolded*) serta struktur gores garis (*slicken side*) pada batuan filit.

Lokasi 7. Kali Mandala, Lava Bantal (Batas Kompleks Luk Ulo)

Kali Mandala mengalir ke Sungai Luk Ulo mengikuti zona patahan timur laut-barat daya. Singkapan lava bantal berasosiasi dengan rijang (Gambar 15), sebagian tergerus/terbreksikan dan sebagian lainnya menunjukkan struktur mata ikan yang menandakan pernah terjadi



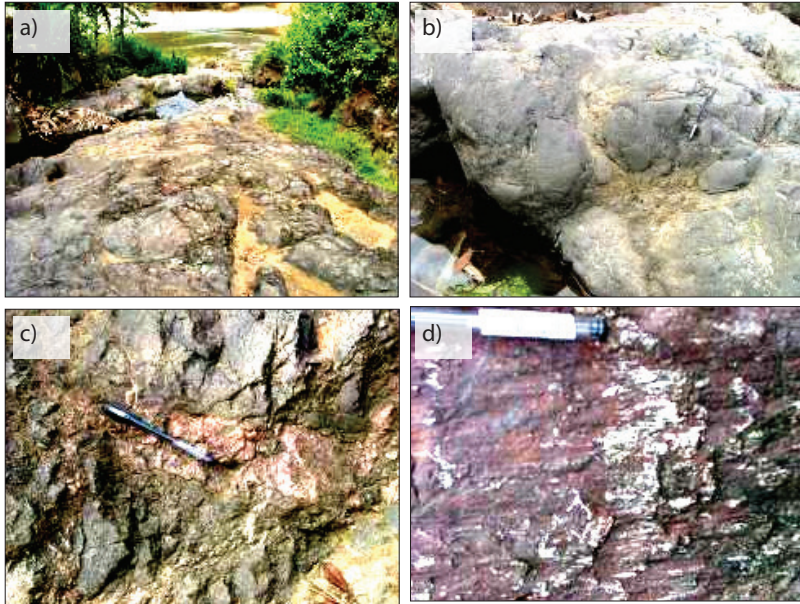
Sumber: Ansori, 2004

Gambar 14. Singkapan filit (a) dengan struktur *microfold* (b dan d) serta cermin sesar (c), menandakan terjadinya beberapa kali proses tektonik dan patahan mendatar yang melewati lokasi ini.

patahan geser kiri. Zona patahan di Kali Mandala ini membatasi antara kelompok batuan *tectonic mélange* (kelompok batuan campuran aduk karena tektonik) di bagian utara serta kelompok batuan *sedimentary mélange* (kelompok batuan campuran aduk karena pelongsoran endapan bawah laut) di selatannya. Batuan ini awalnya terbentuk pada dasar samudra yang mengalami pergerakan sehingga masuk ke zona penunjaman dan terangkat di lokasi ini.

Lokasi 8. Gunung Parang, Diabas (Kekar Kolom)

Gunung Parang merupakan tubuh batuan beku yang menerobos batu lempung Formasi Karangsambung. Berdasarkan pada data analisis isotop radioaktif, beberapa batuan intrusif di Karangsambung



Sumber: Ansori, 2004

Gambar 15. (a) dan (b) Singkapan lava bantal di Kali Mandala dengan (c) sisipan rijang serta dijumpainya (d) struktur gores garis mendatar menandakan adanya patahan geser yang pernah terjadi.

berumur 37,5 juta tahun lalu (Atmadja dkk., 1994). Di tebing utara, terlihat kenampakan kekar kolom (*columnar joint*) yang memberikan informasi arah aliran magma dan posisi bidang pendinginnya (Gambar 16). Kekar kolom ini terjadi karena gaya kontraksi pada saat pendinginan magma sehingga membentuk retakan-retakan tegak lurus terhadap bidang pendingin. Batuan beku berwarna abu-abu, tekstur diabasik yang ditandai oleh pertumbuhan bersama antara mineral piroksen (berwarna hitam) dan plagioklas (berwarna putih). Pada tebing selatan Gunung Parang di Kali Jebuk, dijumpai kontak antara diabas yang sejajar dengan lapisan batu lempung Formasi Karangsambung. Pada zona kontak, warna lempung lebih kelam dan kompak, juga dijumpai *hornfels* di sekitarnya. Selain itu, struktur gores



Sumber: Ansori, 2004

Gambar 16. (a) Kekar kolom pada tubuh Diabas; dan (b) Gores garis vertikal dengan struktur undak yang menandakan adanya patahan naik.

garis vertikal banyak dijumpai, yang menandakan adanya patahan naik melewati lokasi ini.

Lokasi 9 Depan Kampus LIPI Karangsambung, Batu Gamping Nummulites (Sedimen Laut Dangkal)

Singkapan terdapat di pinggir jalan, depan kampus lapangan Karangsambung. Batu gamping berwarna cokelat kekuningan, mengandung fosil foraminifera besar menyerupai uang logam. Jenis fosil berupa *nummulites*, *alveolina*, *flosculina*, *pellatospira*, *assilina*, dan *quinqueloculina* yang berumur eosen (55 juta tahun lalu). Batu gamping *nummulites* juga dijumpai di beberapa lokasi lain berupa bongkah-bongkah berukuran beberapa meter hingga ratusan meter. Bongkah batu gamping ini merupakan *olistolit* hasil pelongsoran besar di dasar laut dari tepian menuju tengah cekungan yang dalam.



Sumber: Ansori, 2004

Gambar 17. Singkapan Batu Gamping *Nummulites*, Batuan Sedimen Nonklastik pada Laut Dangkal Berumur Eosen

Fosil yang ada menunjukkan, pada masa eosen, kawasan sekitar Karangsambung merupakan laut dangkal yang tepi cekungannya diendapkan batu gamping *nummulites*.

Lokasi 10 Bendung Kaligending, Breksi Vulkanik

Bendung Kaligending dibangun pada 1990 untuk memenuhi kebutuhan air irigasi wilayah Kebumen bagian tengah. Bendung ini awalnya mempunyai ketinggian 5 m dari dasar sungai. Namun, pada 2000-an, karena ada protes warga sekitar Karangsambung, dilakukan pemotongan hingga posisi seperti sekarang. Pengurangan elevasi bendung berakibat berkurangnya jangkauan irigasi, tetapi dampak banjir di bagian atas bendung sangat berkurang. Bendung ini terletak pada lembah sempit yang membentuk *bottle neck* yang menghadap ke cekungan luas pada morfologi *amphitheater*. Pada sisi lain, terlihat aktivitas penambangan pasir di Sungai Luk Ulo. Penambangan ini telah berlangsung lama dan setidaknya setiap hari truk mengangkut pasir dari Luk Ulo sebanyak 500 rit atau setara dengan 1.500 m³ per hari (atau 540.000 m³ per tahun). Hal ini ternyata tidak sebanding dengan kerusakan lingkungan, kerusakan jalan, dan retribusi yang dihasilkan.



Sumber: Ansori, 2004

Gambar 18. Breksi Vulkanik dengan Fragmen Andesit Berstruktur Gradasi

Singkapan di tepi jalan dengan lereng vertikal merupakan perselingan batu pasir dengan breksi vulkanik (Gambar 18) Formasi Waturanda. Lapisan batuan sangat baik dan cocok untuk menjelaskan urutan pembentukan batuan. Formasi Waturanda merupakan endapan longsor laut dalam/*fluxoturbidite* yang diendapkan pada cekungan muka busur oleh arus sepanjang pantai berarah barat-timur. Sumber materialnya diduga berasal dari aktivitas magmatik eosin-miosen bawah di bagian utaranya, yang menghasilkan tubuh intrusi memotong Formasi Karangsambung-Totogan.

Lokasi 11 Kompleks LIPI Karangsambung, Batu Mulia dan Peraga Batuan

Di *workshop* batu mulia, dapat dilihat proses pembuatan kerajinan batu mulia dari memilih bahan, memotong, sampai membentuk batu mulia. Selain itu, produk kerajinan (Gambar 19) dapat dibeli dan



Sumber: Ansori, 2004

Gambar 19. Aneka Kerajinan Batu Mulia di *Workshop Batu Mulia*

dipesan. Jika telah mendapatkan bahan batu mulia dari lapangan, wisatawan dapat menunggu proses pembuatan batu tersebut menjadi cincin atau batu poles. Selain batu mulia, kita bisa melihat berbagai koleksi batuan yang ada di Karangsambung, model tektonik, dan peraga yang menggambarkan proses dinamika bumi di museum.

C. PAKET GEOWISATA KARANGSAMBUING

Titik berat perjalanan geowisata adalah pendalaman materi kebumihan. Melalui kegiatan geowisata, wisatawan akan mendapatkan gambaran mengenai proses dinamika bumi, bentang alam, batuan, batu mulia, dan struktur bumi. Melalui kegiatan geowisata di Karangsambung, wisatawan akan mendapatkan penjelasan tentang berbagai macam batuan tua dan proses pembentukannya, melihat dan mendapatkan penjelasan tentang morfologi “*amphitheater*” serta proses pembalikan topografi, singkapan batuan yang penting bagi ilmu pengetahuan, dari puncak gunung, lembah, hingga menyusuri sungai yang memberikan gambaran tentang proses dinamika bumi. Sebelum melakukan kegiatan wisata di alam terbuka, wisatawan akan diberi penjelasan umum disertai penayangan gambar untuk memahami proses evolusi bumi. Pada akhir kegiatan, pengunjung dapat melihat museum serta proses dan hasil pembuatan kerajinan batu mulia yang dapat di-

gunakan untuk cendera mata, seperti cincin, liontin, jam batu, asbak, suiseki, dan kerajinan batuan lainnya. Tinjauan lapangan bertujuan melihat bukti proses dinamika bumi meliputi singkapan batuan dan morfologi pada 11 titik lokasi. Berikut adalah beberapa rekomendasi terkait paket geowisata yang bisa ditawarkan kepada pengunjung.

1. Paket 4 Jam (Paket *Nummulites*)

Paket Nummulites (Gambar 20) adalah kunjungan yang dilakukan di kampus LIPI Karangsambung selama setengah hari (empat jam). Paket ini dirancang untuk sekadar melihat dan mendapatkan informasi singkat tentang kebumian dan Karangsambung. Paket ini cocok untuk anak-anak usia TK hingga pendidikan dasar.

Materi yang diberikan:

- 1) Pengetahuan umum kebumian (sumber daya bumi dan bencana kebumian) serta bumi Karangsambung
- 2) Observasi Museum Peraga Batuan
- 3) Observasi lapangan di lingkungan kampus LIPI Karangsambung
- 4) Kunjungan Bengkel Kerajinan Batuan

Fasilitas:

- 1) Presentasi Ilmiah Populer
- 2) Kepemanduan Lapangan

2. Paket 6 Jam (Paket *Serpentinit*)

Paket Serpentinit (Gambar 21) adalah kunjungan yang dilakukan di kampus LIPI Karangsambung selama satu hari (enam jam). Paket ini dirancang untuk lebih mendalami dinamika bumi, bentang alam, berbagai jenis batuan serta konsep tektonik lempeng. Paket ini cocok untuk pengunjung usia SMP hingga SMA serta ikatan profesi non-kebumian.

Materi yang diberikan:

- 1) Pengetahuan umum tentang batuan, dinamika bumi, dan tektonik lempeng
- 2) Observasi lapangan yang meliputi morfologi Totogan, serpentinit Pucangan, marmer Totogan, filit Gunung Sipako, *sampling* batuan di Sungai Luk Ulo, lava bantal Kali Mandala, kekar kolom Gunung Parang serta batu gamping berfosil.
- 3) Observasi di Museum Peraga Batuan dan bengkel kerajinan

Fasilitas:

- 1) Presentasi Ilmiah Populer
- 2) Kepemanduan Lapangan

3. Paket 24 Jam (Paket Lantai Samudra)

Paket Lantai Samudra (Gambar 22) adalah paket geowisata dengan bermalam di kampus Lapangan LIPI Karangsambung (datang pukul 3 sore dan pulang pukul 3 sore keesokan harinya). Paket ini dirancang untuk mendalami teori tektonik lempeng dan melihat fakta-fakta lapangan dalam bentuk singkapan batuan serta morfologi. Paket ini sangat cocok untuk mahasiswa kebumian (geologi, tambang, geofisika, geografi), ikatan profesi kebumian, mahasiswa non-kebumian, ataupun anak-anak SMA yang berkeinginan lebih mendalami tektonik lempeng.

Materi yang diberikan:

- 1) Observasi lapangan hari ke-1 meliputi morfologi *amphitheater*, konglomerat, *sampling* batuan Sungai Luk Ulo, dan batu gamping berfosil.
- 2) Pengetahuan umum tentang batuan, dinamika bumi, dan tektonik lempeng (malam hari).

- 3) Observasi lapangan hari ke-2 adalah morfologi Totogan, ser-pentinit Pucangan, sekis mika Kali Brengkok, lava bantal Seboro, marmer Totogan, filit Gunung Sipako, *sampling* batuan di Sungai Luk Ulo, lava bantal Kali Mandala, kekar kolom Gunung Parang, dan batu gamping berfosil.
- 4) Observasi di Museum Peraga Batuan dan bengkel kerajinan.

Fasilitas:

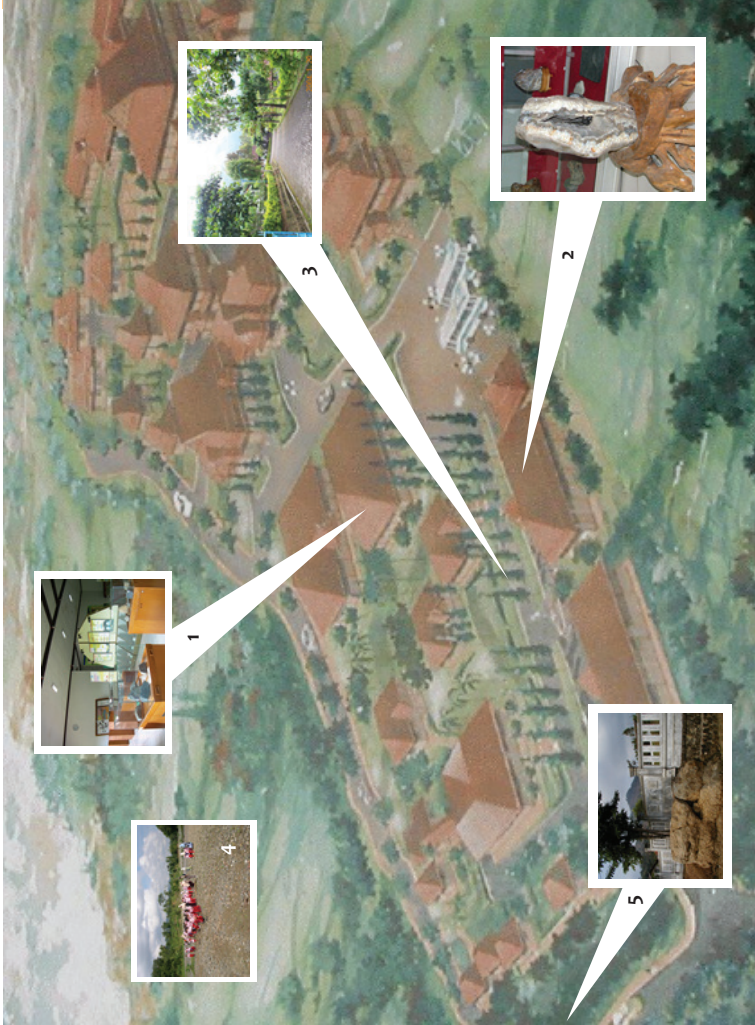
- 1) Presentasi Ilmiah Populer
- 2) Kepemanduan Lapangan
- 3) Penginapan
- 4) Makan dan *snack*
- 5) Kendaraan lapangan (jika dikehendaki)

**CAGAR ALAM GEOLOGI
KARANGSAMBUNG
KEBUMEN**

Paket Geowisata 4 jam
(Paket Nummulites)

- A. Ceramah Umum
Kebumian (1,5 jam)
- B. Outdoor Study
 1. Museum Peraga Batuan
 2. Bengkel Kerajinan Batuan
 3. Taman sekitar Kampus
 4. Sungai Luk Ulo
 5. Batu Gamping
Nummulities

Sumber gambar :
UPT BIKK LIPI, Karang Sambung



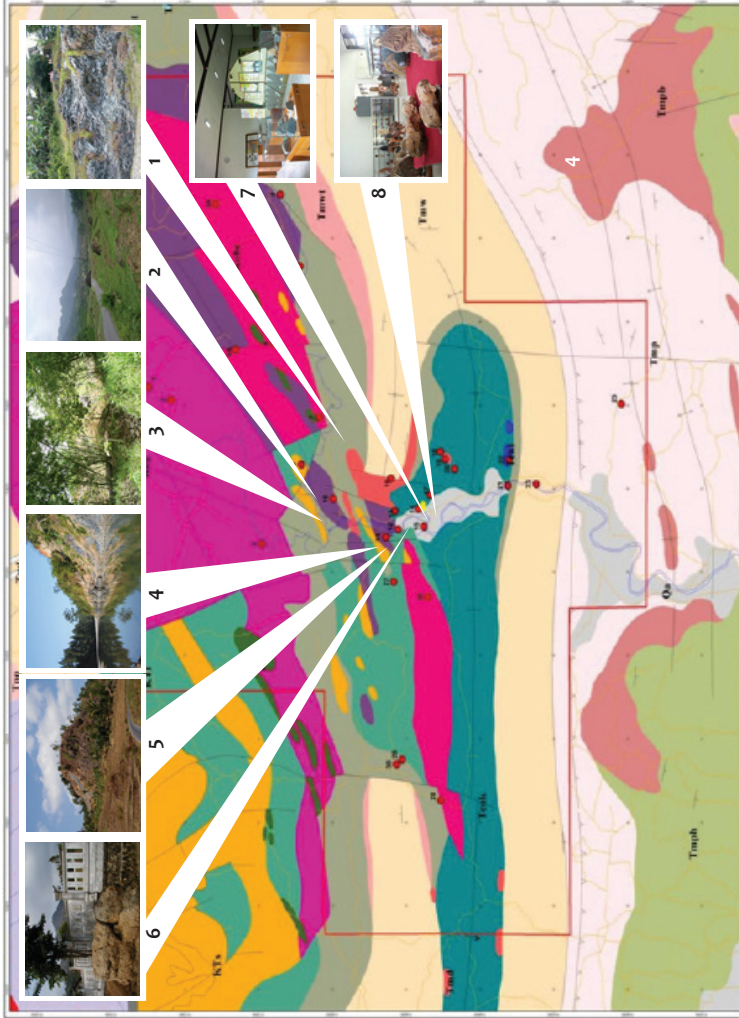
Sumber: UPT BIKK LIPI, Karang Sambung
Gambar 20. Lokasi Geowisata Paket Empat Jam

**CAGAR ALAM GEOLOGI
KARANGSAMBUNG
KEBUMEN**

**Paket Geowisata 6 jam
(Paket Serpentinit)**

- A. Ceramah Umum Kebu-
mian (1,5 jam)
- B. *Outdoor Study*
 1. Morfologi Totogan
 2. Serpentinit Pucangan
 3. Marmer Totogan
 4. Filit, Gunung Sipako
 5. Kali Mandala (Lava Bantal dan Collumnar Joint)
 6. Batu Gamping
 7. Bengkel Kerajinan Batuan Nummulities
 8. Museum Peraga Batuan

Sumber gambar:
UPT BIKK LIPI,
Karang Sambung



Sumber: UPT BIKK LIPI, Karang sambung
Gambar 21. Lokasi Geowisata Paket Enam Jam

**CAGAR ALAM GEOLOGI
KARANGSAMBUING
KEBUMEN**

Paket Geowisata 24 Jam
(Paket Lantai Samudra)

Hari Ke-1 :

A. *Outdoor Study*

1. Morfologi Sanggrahan
2. Konglomerat—Sungai Luk Ulo
3. Batu Gamping Nummulitias
4. Taman Sekitar Kampus
(Peta, Kompas)

B. Ceramah Kebumian
(2 jam, malam hari)

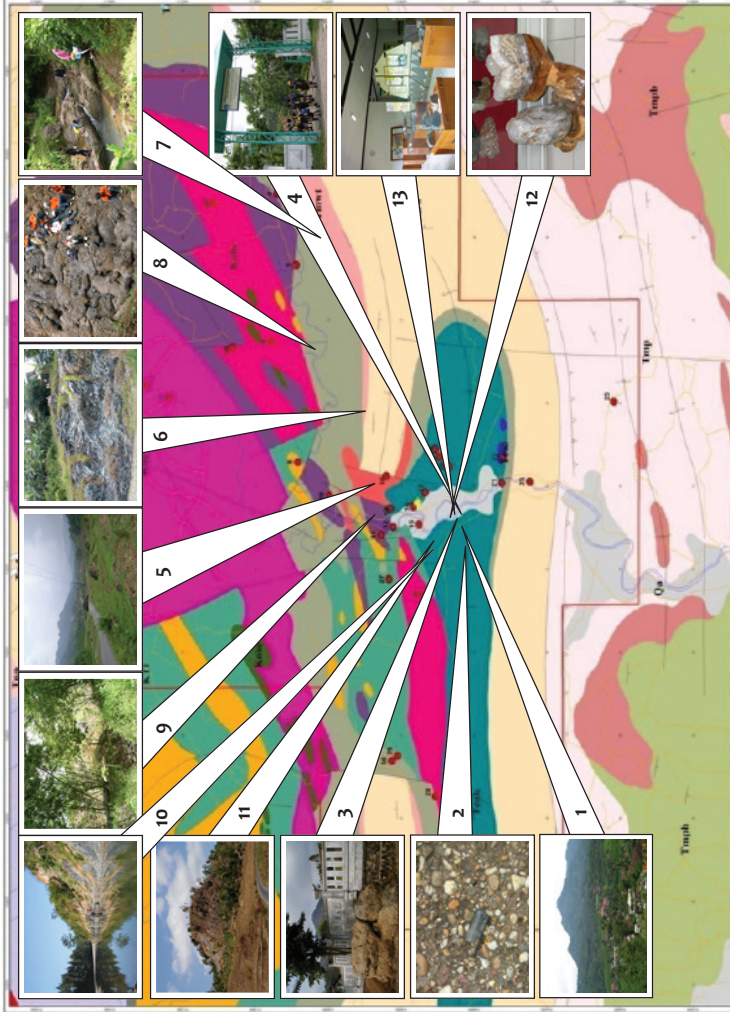
Hari Ke-2 :

C. *Outdoor Study*

5. Morfologi Totogan
6. Serpentinit Pucangan
7. Sekis Mika, Kali Brengkok
8. Lava Bantal, Seboro
9. Marmer, Totogan
10. Flit, Gunung Sipako
11. Kali Mandala (Lava Bantal—
Columnar Joint)
12. Bengkel Kerajinan Batuan
13. Museum Peraga Batuan

Sumber gambar :

UPT BIKK LIPI, Karang Sambung



Sumber: UPT BIKK LIPI, Karang Sambung
Gambar 22. Lokasi Geowisata Paket Satu Hari



Menyibak Kegelapan Abadi Gua-Gua di Kawasan Karst Gombang Selatan

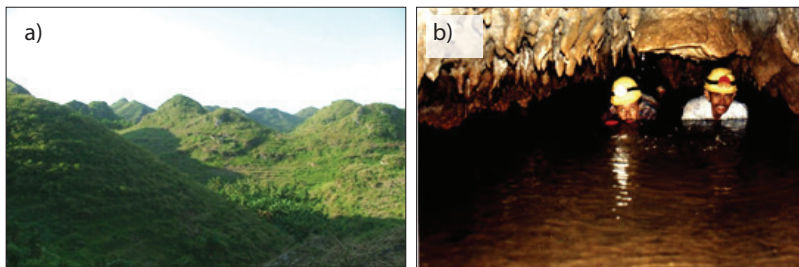
A. PROSES KARSTIFIKASI

Karst adalah morfologi yang terjadi pada batu gamping atau dolomit yang telah mengalami proses pelarutan oleh asam karbonat (terbentuk oleh air hujan dan asam karbon di udara dan di lapisan tanah) dan beberapa jenis asam lainnya sebagai hasil pembusukan sisa tanaman di atas batu gamping (asam oksalat, asam cuka, dan sebagainya). Batu gamping yang telah mengalami proses karstifikasi membentuk morfologi unik, baik di atas permukaan tanah (fenomena eksokarstik) maupun di bawah permukaan tanah (fenomena endokarstik), seperti terbentuknya sistem aliran air bawah tanah, stalaktit, stalakmit, pilar, *flowstone*, heliktit, *gourdam*, dan dekorasi dalam gua lainnya.

1. Fenomena karst di permukaan (eksokarstik)

a. Doline

Doline merupakan cekungan melingkar/tertutup yang memiliki kedalaman 2–100 m dengan diameter 10–1.000 m, yang umumnya berkelompok dengan pola tertentu atau dapat juga berjauhan. Berdasarkan bentuknya, *doline* dapat berbentuk seperti mangkuk, corong, ataupun sumur dengan dinding terjal.



Sumber: Ansori, 2011

Gambar 24. (a) Lembah tertutup di antara tinggian (*pepino*) adalah *doline*; dan (b) Fenomena endokartik berupa sungai bawah tanah.

b. Uvala

Uvala merupakan cekungan/lembah memanjang, bisa berkelak-kelok ataupun tidak, dengan dasar lembah yang tidak rata seperti rangkaian *doline* yang berdekatan (UIS).

c. Polje

Persatuan Ahli Gua Internasional (Union Internationaaliie de Speleologie (UIS) merumuskan bahwa *polje* merupakan cekungan/depresi ekstensi di daerah karst yang tertutup di semua sisi, lantai cekungan datar dengan batas terjal di beberapa bagian dengan sudut nyata antara dasar *polje* dan tepi cekungan. *Polje* mempunyai drainase bawah tanah, luasnya dapat mencapai beberapa kilometer, berkelak-kelok, dan dasarnya tertutup oleh deposit *alluvial* atau residu pelapukan (terarosa, kerikil, bongkah, dll.), lantai *polje* umumnya tidak lolos air (*impermeable*).

d. Danau Karst

Danau Karst merupakan cekungan, dapat berupa *doline*, *uvala* atau *polje* dengan dasar cekungan terisi residu pelapukan *impermeable* (*terra-rossa*) sehingga air hujan tertahan dan terakumulasi. Danau karst ada yang dapat menyimpan air sepanjang tahun atau dapat juga hanya dijumpai pada musim hujan.

e. Sinkhole

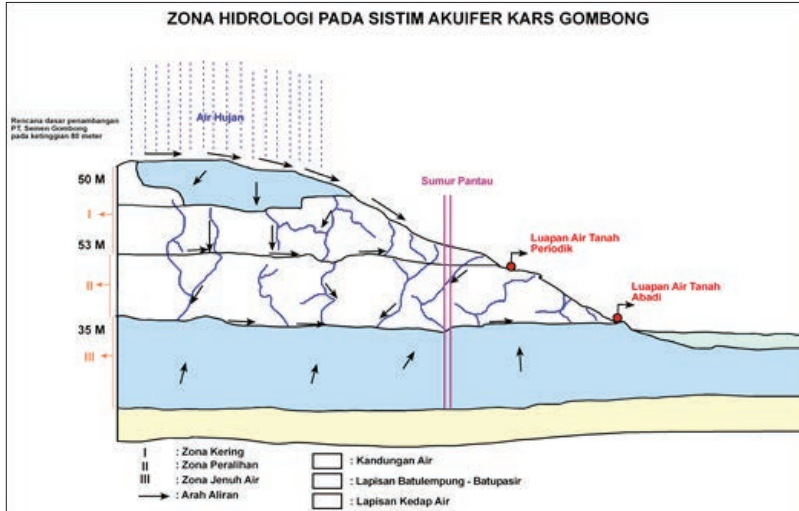
Sinkhole adalah tempat lenyapnya sungai permukaan, menghilang secara difusi melalui material *alluvium*.

Adapun speleologi ialah ilmu yang mempelajari segala sesuatu tentang *spalaion* (gua), dari proses pembentukannya, fenomena di dalam gua, ekologi dan hidrologi gua, sampai bagaimana mengelola gua untuk tujuan pariwisata. Speleologi sangat berkaitan dengan geologi, paleontologi, arkeologi, mikroklimatologi, hidrologi, mineralogi, dan biospeleologi.

2. Fenomena endokarstik

Fenomena endokarstik merupakan kenampakan karst pada bagian dalam, di antaranya:

- 1) Stalaktit, yaitu endapan hasil larutan batu gamping yang muncul menggantung di atap gua.
- 2) Stalakmit ialah endapan batu gamping pada lantai gua yang terbentuk akibat tetesan air yang membawa larutan gamping.
- 3) *Soda-straw*, yaitu stalaktit yang berbentuk seperti pipa sedotan, bening dan memiliki lubang di tengahnya.
- 4) Helektit ialah stalaktit yang berbentuk seperti bunga karang terbalik.
- 5) Pilar/kolom ialah stalaktit dan stalakmit yang sudah bersatu membentuk pilar.
- 6) *Flowstone*, yaitu ornamen gua yang terbentuk dari hasil aliran air yang melarutkan CaCO_3 melalui retakan atau pelapisan batuan.
- 7) *Gordiy*n, yaitu ornamen gua yang berbentuk seperti layar/tirai menggantung pada dinding miring/atap gua.
- 8) *Gourdam*, yaitu bentukan seperti tanggul memanjang berlapis-lapis atau tunggal.



Sumber: PT Semen Gombong, 1996

Gambar 25. Kondisi Hidrologi Karst Gombong yang Tersusun oleh Zona Kering, Peralihan, dan Kedap Air

3. Hidrologi Karst

Hidrologi karst sangat dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu kondisi geologi (litologi, stratigrafi, struktur geologi, porositas, dan permeabilitas batuan), iklim serta tutupan lahan di atasnya. Daerah karst ditandai dengan peresapan yang cepat dari air hujan ke lapisan-lapisan batu gamping di bawahnya sehingga di kawasan karst sangat jarang ditemukan aliran air permukaan. Fluktuasi debit sepanjang tahun air karst dengan air nonkarst sangat berbeda. Karena kawasan karst mempunyai kemampuan menyimpan air yang banyak, air karst umumnya mempunyai debit lebih stabil sepanjang tahun. Jika sumber air karst telah melalui lintasan yang jauh, suhunya akan rendah dan kandungan ion kalsiumnya tinggi.

Peresapan air ke dalam lapisan batu gamping bergantung pada jenis tanah penutup dan sifat fisik batu gampingnya. Jika tanah penutup merupakan *terra rossa*, resapannya kecil, sedangkan tanah

penutup yang berasal dari lapukan batuan vulkanik akan memperbesar resapan. Batu gamping yang berbutir seragam berukuran pasir dan mengalami banyak retakan juga akan mempermudah air masuk sehingga memperbesar cadangan air karst. Perwujudan air karst di dalam gua adalah dalam bentuk sungai bawah tanah, sendang, ataupun tetesan air perkolasi dari atap gua. Kelanggengan air karst akan sangat mendukung proses-proses pembentukan ornamen gua (gua *phreatik*). Namun, jika di gua tersebut sudah tidak terdapat air karst, proses pembentukan ornamen gua akan terhenti (disebut gua fosil). Pola aliran sungai dalam gua akan mengikuti pola-pola retakan ataupun patahan sehingga kadang-kadang muncul aliran air pada tempat yang tinggi, tetapi di tempat lebih rendah tidak dijumpai aliran. Untuk mengetahui pola aliran suatu kawasan karst, dapat digunakan zat warna, zat kimia, zat mekanis, bahan radioaktif, detergen busa, atau bahan pemutih. Bahan pelacak tersebut tidak boleh beracun, larut dalam air, dapat ditemukan kembali pada pengenceran tinggi, tidak berubah secara kimia, tidak terserap tanah atau batuan, tekniknya sederhana, dan analisisnya mudah dikerjakan.

4. Ekologi Karst

Sebaran kawasan karst di Indonesia cukup luas, yang membentang dari Indonesia barat sampai timur. Banyak batu gamping yang membentuk karst telah dimanfaatkan oleh manusia sebagai sumber daya alam untuk industri, pendidikan, penelitian, dan pariwisata. Pemanfaatan batu gamping untuk industri antara lain sebagai bahan baku semen, bahan pupuk, bahan bangunan, material untuk mengurangi keasaman tanah di daerah gambut, dan untuk batu bangunan. Daerah karst juga menarik sebagai wahana pendidikan dan penelitian. Pemanfaatan kawasan karst untuk pariwisata juga telah dilakukan di berbagai daerah, tetapi belum optimal karena belum diikuti dengan penelitian yang memadai.

Pemanfaatan sumber daya kawasan karst tidak dapat lepas dari aspek geologi, geohidrologi, lingkungan, dan ekosistemnya. Di kawasan karst, sering dijumpai gua yang terbentuk oleh proses speleogenesis. Gua dengan ornamen endokarstnya merupakan ekosistem yang tidak dapat dipisahkan dari ekosistem di atasnya. Gua pada umumnya dihuni kelelawar, walet, burung sriti, kelabang, ular, udang, dan ikan. Kelelawar, walet, dan sriti merupakan beberapa hewan pengendali hama *Collocalia fuciphaga*, *Collocalia maxima*, dan *Collocalia brevirostris*, yang suka hidup di gua. Gua juga merupakan ekosistem yang rapuh. Kehidupan gelap gulita, lembap, dan suhu yang konstan merupakan kehidupan khas di dalam gua. Kerapuhan ekosistem ini menyebabkan pengembangan gua untuk tempat pariwisata perlu kehati-hatian. Gua menempati tingkat kerapuhan yang tinggi dibandingkan ekosistem di atasnya.

Fungsi manusia dalam pemanfaatan sumber daya alam, khususnya karst, akan sangat menentukan. Vegetasi dan batuan yang diambil tanpa kontrol akan menimbulkan penipisan lapisan tanah bagian atas (*top soil*), yang memiliki peran penting untuk pertanian dan ekosistem di atasnya. Karena sumber daya alam di kawasan karst tidak dapat terbarukan, pemanfaatan sumber daya alam harus didasari oleh penelitian yang terpadu dari berbagai disiplin ilmu yang terkait.

5. Pembentukan Gua

Gua adalah ruangan yang dapat dimasuki orang, terletak di bawah tanah, bisa ditemukan di gunung, tepi laut, ataupun mungkin dekat perkotaan, baik hasil pembentukan secara alamiah maupun berupa peninggalan purba hasil aktivitas manusia. Definisi gua yang diakui secara internasional adalah definisi dari Union Internationale de Speleologie (UIS) atau Ikatan Ahli Gua Internasional. Menurut UIS, gua ialah suatu ruangan di bawah tanah yang dapat dimasuki orang dan terbentuk secara alamiah.

Proses pembentukan gua merupakan suatu proses yang rumit dan menarik untuk dipahami. Sebagai suatu proses alam yang merupakan hasil interaksi antara faktor eksternal maupun internal, hal tersebut akan membentuk fenomena di dalam dan luar gua. Faktor eksternal dapat berupa iklim, curah hujan, dan aktivitas manusia, sedangkan faktor internal mencakup jenis batuan dan struktur geologi. Kedua faktor tersebut saling berinteraksi. Morfologi suatu daerah dihasilkan dari hasil interaksi antara faktor eksternal dengan internal. Fenomena di dalam gua merupakan fenomena *speleotheme* yang sering tidak terbayangkan dan menakjubkan sehingga merupakan atraksi wisata yang menantang dan mengasyikkan. Faktor internal yang berpengaruh terhadap pembentukan gua meliputi beberapa hal sebagai berikut.

a. Jenis dan komposisi batuan

Sebagian besar gua terbentuk dalam batuan sedimen, terutama batu gamping (lebih dari 90% dari seluruh gua). Di samping itu, gua dapat terbentuk pada batu pasir dengan komposisi gampingan, batu garam/*halite*, dan gipsum. Batuan sedimen yang dapat membentuk gua merupakan batuan sedimen yang mudah larut oleh air tanah ataupun air permukaan. Pada urutan kedua, gua juga dapat terbentuk pada batuan beku luar yang encer, bersuhu tinggi dengan komposisi basaltik yang terbentuk dari hasil aliran lava basal jenis *pahoehoe* (berbentuk seperti lidah) di daerah vulkanik busur kepulauan. Selain itu, gua dapat terbentuk di daerah es/gletser karena sebagian es tersebut telah mencair atau longsor. Untuk dapat membentuk gua, diperlukan lapisan batuan yang ketebalannya puluhan hingga ratusan meter, di samping tingkat kesarangan dan kelulusan batuan yang juga akan berpengaruh. Batuan yang berpori dan mudah dilalui air akan lebih mudah larut sehingga mempermudah proses pembentukan gua.

b. Struktur geologi

Struktur geologi yang mengontrol pembentukan gua terutama adalah patahan dan retakan. Batuan yang patah dan retak akan lebih

mudah dilalui air sehingga dapat mempercepat proses pelarutan dan membentuk rongga ataupun aliran-aliran air di bawah tanah. Pola retakan dan patahan yang berkembang di daerah batu gamping akan berpengaruh terhadap bentuk dan arah lorong gua, penyebaran dan fenomena di atas gua.

c. Kondisi geohidrologi

Air perkolasi dan air bawah tanah sangat berpengaruh terhadap proses pelarutan sehingga keberadaan air tanah sepanjang tahun akan sangat memengaruhi kelembapan, pelarutan, dan proses pembentukan ornamen dalam gua.

Sementara itu, faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pembentukan gua, antara lain adalah iklim (curah hujan, suhu, dan kelembapan), tutupan lahan, penggunaan lahan serta aktivitas organisme, termasuk manusia. Daerah dengan iklim tropis bercurah hujan dan kelembapan tinggi tutupan lahannya bagus dan penggunaan lahan yang terkontrol sehingga air akan meresap dan tersedia sepanjang tahun akan sangat baik untuk proses pembentukan gua. Aktivitas manusia, terutama penambangan, kanibalisme, dan penggarapan lahan di atasnya, merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap kelestarian gua sehingga perlu pengaturan. Tambang batu gamping (untuk semen ataupun bahan bangunan), tambang fosfat, dan gipsum merupakan tambang yang sering terdapat di daerah batu gamping.

B. GEOWISATA PADA KAWASAN KARST GOMBONG SELATAN

1. Gua Jatijajar

Terletak 44 km di sebelah barat daya Kebumen, atau sekitar 23 km sebelah selatan Gombang, Gua Jatijajar merupakan objek wisata andalan Kabupaten Kebumen dan paling banyak dikunjungi wisatawan. Objek ini dapat dicapai melalui jalan aspal *hotmix* dengan kendaraan umum atau pribadi sekitar 90 menit dari Kota Kebumen.

Gua ini menghadap ke dataran *alluvial* di sebelah utaranya. Gua ini merupakan gua pada batu gamping Formasi Kalipucang yang terletak tidak selaras di atas batu pasir tufaan Formasi Halang. Kualitas air bawah tanah secara fisik baik dan dapat dimanfaatkan untuk irigasi. Pada mulut gua yang lebar dan tinggi, dijumpai batu gamping yang kompak dan keras. Lubang pada dasar gua, dekat pintu masuk sepanjang 50 m, merupakan lubang bekas penambangan fosfat guano sedalam 10 m yang sekarang sudah dihentikan.

Ornamen gua umumnya sudah tidak aktif meskipun di beberapa tempat terdapat tetesan air melalui ujung stalaktit yang dijumpai hanya pada bagian tengah sampai dalam gua. Panjang gua keseluruhan sekitar 250 m, lebar rata-rata 25 m dengan ketinggian 15 m sehingga dapat dimasuki dengan mudah oleh wisatawan. Sejak 1975, di sepanjang lorong gua, ditempatkan 32 buah patung yang menggambarkan legenda Raden Kamandaka. Legenda ini sangat terkenal di kawasan Keresidenan Banyumas hingga perbatasan Kebumen. Sebuah lubang (Gambar 26) pada atap gua setinggi 24 m dari lantai gua merupakan lubang yang mengungkap penemuan gua ini pada 1802 oleh Djajamenawi, seorang petani yang terperosok ke dalam gua. Kemudian, setelah tanah penutup lorong dibersihkan, ditemukanlah lubang masuk ke dalam gua.



Sumber: Ansori, 2004

Gambar 26. *Sink* pada bagian atap, merupakan tempat awal ditemukannya gua dan patung legenda Kamandaka.

Pada batuan di sebelah kanan bawah pintu masuk, terlihat ada sedimen yang mengandung fosil moluska, terutama jenis gastropoda dan pelecypoda yang terawetkan pada sedimen lempung pasir berwarna cokelat. Di sebuah sisa kanopi tua yang terletak beberapa meter dari pintu masuk, terlihat adanya jajaran fosil pelecypoda yang tampak pipih berarah utara-selatan sejajar dengan arah lorong gua. Coretan-coretan yang banyak dijumpai pada mulut gua yang tinggi menandakan aktivitas kunjungan pada awalnya hanya di sekitar mulut gua dengan posisi mulut gua tidak terlalu tinggi.

Sungai bawah tanah yang masih aktif dengan beberapa sendang terletak sekitar 5 m di bawah lorong utama. Sendang Kantil dan Sendang Mawar merupakan dua sendang terbuka dan dapat didekati pengunjung serta dipercaya dapat membuat awet muda orang yang membasuh muka dengan airnya. Aliran air pada Sendang Mawar tampak melewati lubang sempit hingga tembus ke luar gua, sedangkan pada dasar Sendang Kantil dijumpai lubang sempit yang memanjang (sifon). Untuk melusurinya harus melalui penyelaman. Setelah melalui sifon ini, konon akan dijumpai lorong gua yang memanjang dengan ornamen yang memesona dan masih asli karena tidak berhubungan langsung dengan dunia luar. Lorong ini konon dihiasi oleh deretan *gourdam* dan air terjun. Sendang Jombor dan Sendang Puserbumi tidak dapat dimasuki wisatawan tanpa izin dari pengelola objek. Kedua sendang ini sangat dikeramatkan dan konon sering dipakai untuk berziarah dan menaruh sesaji serta diyakini semua doa dan keinginan akan dapat dikabulkan oleh penguasa bumi ini. Sendang ini dinamai Sendang Puserbumi karena bentuknya menyerupai sumur tegak dengan ukuran garis tengah sekitar 50 cm laksana puser bumi, yang airnya menghilang ke arah luar gua. Sendang Jombor konon dihuni oleh seekor ikan pelus sepanjang kurang-lebih 1 m, yang sungai bawah tanahnya mengalir ke arah Sendang Mawar.

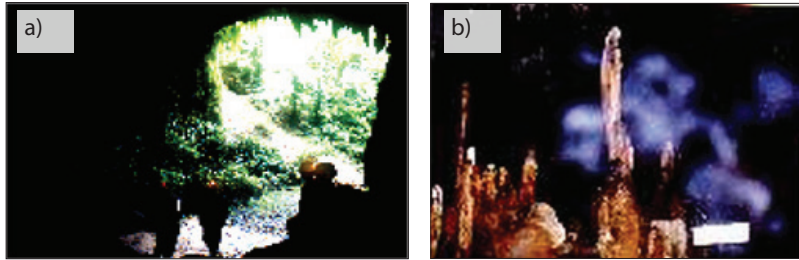
Adapun mengenai asal-usul nama Jatijajar, terdapat dua versi. Versi pertama menyatakan, setelah gua ini ditemukan oleh Djaja-

menawi, ditinjaulah gua ini oleh Bupati Ambal (wilayah di pesisir selatan Kebumen). Pada saat peninjauan, ditemukan dua buah pohon jati yang tumbuh berdampingan dan sejajar pada tepi mulut gua sehingga muncullah nama Jatijajar. Versi kedua berasal dari legenda Kamandaka. Pada saat Kamandaka dikejar oleh Silihwarni, Kamandaka menyebutkan jati dirinya dari dalam gua bahwa sebenarnya dia adalah putra mahkota Pejajaran. Oleh karena itu, kata Jatijajar didapatkan dari kata “**sejatine**” (sebenarnya) dan “**Pejajaran**”.

Kompleks kawasan Jatijajar berluas 5,5 ha, mencakup pula Gua Dempok dan Gua Intan, terletak sekitar 250 m di atas laut. Panjang keseluruhan Gua Dempok sekitar 90 m, yang merupakan gabungan antara gua alam dan gua buatan bekas penambangan kapur. Pada atap gua alam masih dapat dilihat adanya ornamen gua berupa stalaktit dan *flowstone*, sedangkan pada gua buatan sama sekali tidak terlihat ornamen gua, walaupun sempat masih ditemukan endapan aliran CaCO_3 . Nama Dempok berasal dari pemilik lahan penambangan kapur, dan sisa kejayaan industri kapur diabadikan dengan tobong pembakaran batu gamping yang terletak dekat pintu masuk gua. Gua Intan merupakan gua fosil yang masih banyak dijumpai ornamen gua berupa stalaktit, stalakmit, *flowstone*, pilar, dan pembentukan kalsit aktif. Panjang lorong gua sekitar 100 m dengan pintu masuk dan keluarnya melalui satu lubang. Fosil moluska yang ditemukan di dasar gua memberikan indikasi bahwa setidaknya gua ini telah ada sekitar 1 juta tahun yang lalu karena moluska merupakan hewan darat yang berumur plistosen–sekarang.

2. Penelusuran Gua Petruk

Terletak sekitar 6 km sebelah selatan Jatijajar, atau 49 km melalui jalan aspal *hotmix* di sebelah barat daya Kebumen. Gua Petruk merupakan bagian dari morfologi karst. Proses erosi oleh sungai bawah tanah membentuk lorong dengan tetapan-tetesan air karbonat yang membentuk stalaktit dan stalakmit begitu indah dengan ornamen



Sumber: Ansori, 2004

Gambar 27. (a) Pintu Masuk Gua Petruk; dan (b) Ornamen stalakmit menyerupai patung Maria.

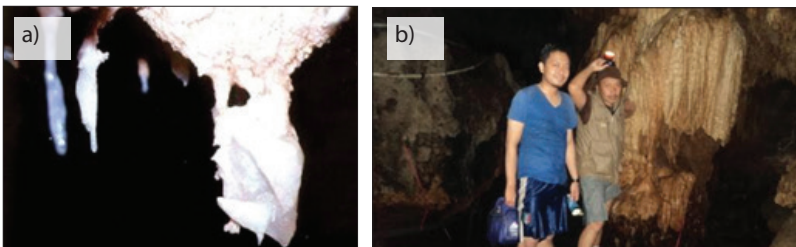
yang menarik. Ornamen ini berkembang sepanjang lorong gua yang sebagian besar telah diberi nama sesuai dengan bentuknya, seperti batu payudara, macan kumbang, semar, batu buaya, taman maria, bapak jenggot, dan batu prangko. Di bagian tengah, dijumpai ornamen berbentuk seperti lonceng dengan pancuran air ditengahnya. Gua Petruk termasuk gua horizontal dengan panjang sekitar 450 m dan mempunyai aliran sungai bawah permukaan cukup deras yang masih sangat alami. Untuk menelusurinya, wisatawan akan membutuhkan lentera. Fauna gua yang dijumpai berupa kelelawar, jangkrik, dan kelabang gua yang berwarna keabu-abuan. Pada bagian dalam dijumpai kontak antara breksi vulkanik Formasi Gabon dan batu gamping terumbu Formasi Kalipucang.

Gua ini sangat ideal untuk memberikan gambaran morfologi gua gamping, hidrologi gua, kehidupan fauna gua, dan mekanisme asal-mula menjadi gua. Wisata petualangan (*speleologist*) di gua ini akan sangat menantang dan menyenangkan. Telah disediakan pula paket wisata penelusuran gua yang digabungkan dengan objek geowisata lainnya sehingga selain menikmati panorama dalam gua yang menarik, wisatawan akan mendapatkan penjelasan tentang proses-proses pembentukan ornamen tersebut. Untuk penelusuran gua dari pintu masuk sampai pintu luar tembus ke arah hutan diperlukan waktu sekitar 1,5 jam melalui lorong-lorong licin, berair, dan terkadang harus merayap dalam sungai bawah tanah.

3. Gua Barat

Terletak di Dukuh Karangpucung, Jatijajar, Kecamatan Ayah, pada morfologi karst. Dari Jatijajar, gua ini dapat dicapai dengan kendaraan roda dua atau empat selama 10 menit yang kemudian dilanjutkan dengan berjalan kaki sekitar 200 m. Lorong masuk gua sepanjang sekitar 65 m; kondisinya kering dengan lubang-lubang bekas galian fosfat. Setelah itu, dijumpai sungai bawah tanah cukup deras dengan arah N310 °E ke dalam air bervariasi 0,5–1 m. Pada zona ini, terdapat stalaktit tipe *gordyn* (Gambar 28) sangat baik, dan dijumpai kelabang gua dengan panjang sekitar 2 cm serta jangkrik berwarna putih. Penelusuran dalam gua ini terasa sangat menyenangkan karena panorama dalam gua menakjubkan dengan kondisi sungai bawah tanah yang deras dan bahkan disertai air terjun kecil serta cabang-cabang sungainya. Panjang gua yang pernah dilalui dan dipetakan tim *Federation of Indonesia Spheological Activities* (FINSPAC) mencapai tidak kurang dari 3.305 m, berupa aliran sungai bawah tanah, air terjun, dan dinding-dinding terjal. Untuk penelusuran ini dapat memakan waktu 1 malam 2 hari.

Mulut Gua Barat dapat dimasuki dari beberapa arah, seperti dari Gua Asrep, Sendang Redisari, dan mulut Gua Barat sendiri. Selain itu, masih ada beberapa lorong yang tidak bernama. Peneliti FINSPAC telah memberikan penamaan beberapa lorong utama, di antaranya Lorong Bawah, Lorong Kunang-kunang, Lorong Atas, dan Lorong



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 28. (a) *Helectite*; dan (b) *Gourdyn* di Gua Barat

Kelelawar. Air terjun dan gourdarn diberi nama Air Terjun Ulysses dan Undak Superman.

Jika melalui pintu masuk Gua Barat, penelusuran dapat dimulai dengan menuruni lorong sepanjang 60 m ke arah utara. Ujung lorong berbentuk ruangan kecil bercabang tiga yang disebut Ruang Monosuko (bebas memilih ke arah mana penelusuran akan dilakukan). Ketiga cabang lorong tersebut adalah Lorong Atas (*upper stream passage*) yang berbelok ke arah kanan, Lorong Kunang-kunang (*firebug bypass*) di bagian tengah dengan pintu keluar sebagai Sendang Redisari, dan Lorong Bawah (*lower stream passage*) yang berbelok ke arah kiri serta pintu keluarnya disebut Gua Asrep.

4. Morfologi dan Proses Karstifikasi, Desa Tugu

Di lokasi ini, dapat dilihat perbedaan morfologi yang sangat jelas antara morfologi karst yang berelief di sebelah selatan dan morfologi perbukitan tidak berelief di sebelah utara (Gambar 29). Pada morfologi karst, bukit-bukit tampak cembung membulat dengan ukuran relatif seragam dipisahkan oleh lembah-lembah terpola (*cockpit topography*). Hal itu, selain dikontrol litologi batu gamping, terjadi lantaran adanya retakan/kekar besar berarah tenggara-barat laut sekitar N130°E. Melalui retakan yang ada dan karena sifat batu gamping mudah larut, air permukaan/air hujan yang turun akan masuk ke rongga batu gamping, kemudian membentuk sungai-sungai bawah tanah dan gua di daerah Gombong Selatan. Sementara itu, morfologi tidak berelief di sebelah utara tersusun oleh selang-seling antara batu pasir tufaan dan lempung Formasi Halang yang berumur lebih tua dan miring ke utara dengan kedudukan N240°E/19°.

5. Morfologi Karst, Bukit Wanalela, Argopeni

Pada lokasi ini, terlihat kelak-kelok Sungai Bodo berarah barat-timur dengan endapan pasir pada bagian tengah sungai (Gambar 30). Bagian barat Sungai Bodo termasuk Kabupaten Cilacap, sedangkan bagian



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 29. (a) Karst dengan *cockpit topography* (bagian belakang); dan (b) morfologi bergelombang (sisi depan), difoto ke arah selatan dari Desa Tugu.



Sumber: Ansori, 2012

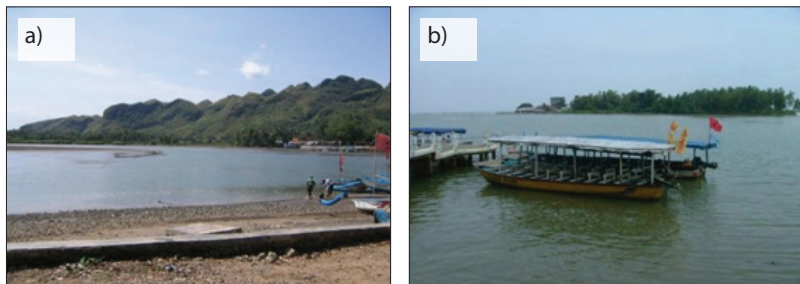
Gambar 30. Kelak-kelok Sungai Bodo pada Dataran Pantai Ayah serta Morfologi Karst di Bagian Timurnya

timurnya termasuk dataran Ayah, yang digunakan untuk pertanian lahan kering dan basah serta permukiman. Kelokan Sungai Bodo terjadi karena gempuran ombak laut di sebelah barat yang lebih kuat dibandingkan timur sehingga aliran air lebih mudah mengerosi dan membelok ke arah timur.

6. Pantai Logending/Pantai Ayah

Lokasi pantai terletak sekitar 10 km sebelah selatan Gua Jatijajar atau berjarak 3 km dari Gua Petruk. Sisi timur pantai morfologinya sangat terjal, yang merupakan bagian dari morfologi karst, sedangkan sisi barat dan utara merupakan pantai landai yang berisi endapan *alluvial* dan pasir pantai (Gambar 31). Di bagian selatan berupa morfologi terjal Bukit Majingklak yang tersusun oleh breksi vulkanik dan resisten terhadap erosi serta gempuran ombak laut. Ke arah utara dan barat, gumpuk pasir tidak terbentuk walaupun angin dan gempuran ombak cukup kuat, hal ini disebabkan oleh sedikitnya masukan sedimen asal darat.

Fasilitas wisata berupa tempat berkemah berpohon rindang, arena parkir, warung makan, arena kuda, dan perahu-perahu kecil yang siap disewakan. Pengunjung yang merasa lelah dapat menikmati wisata air untuk menyusuri Sungai Bodo sambil menikmati pemandangan



Sumber: Ansori, 2012

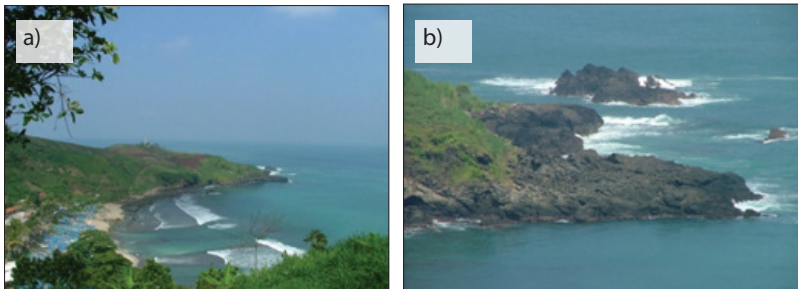
Gambar 31. (a) Kenampakan Morfologi Karst dari Pantai Logending; (b) Perahu wisata mengitari Sungai Bodo.

karst yang menarik di sebelah timurnya. Disediakan juga wisata bahari dengan menelusuri pantai dari Logending hingga Karangbolong.

7. Pantai Menganti/Tanjung Karangboto

Terletak sekitar 10 km sebelah selatan Pantai Logending, jalan sepanjang 7 km menuju pantai ini beraspal relatif lurus, sedangkan sisanya berkelak-kelok sempit dengan lembah dalam. Di sepanjang jalan ke arah Menganti, dapat dinikmati pemandangan alam berupa hutan jati dengan panorama Pantai Logending yang tampak indah. Secara geologis, pantai dan tanjung ini terdapat pada Formasi Gabon yang tersusun oleh breksi andesit berumur oligosen dengan beberapa tubuh intrusi (Gambar 32).

Di sekitar Tanjung Karangboto, dijumpai tubuh batuan beku menyerupai tatanan *paving block*, yang merupakan bekas aliran lava darat yang mengalami gaya kontraksi dan membentuk retakan tiang (*columnar joint*) pada saat pembekuannya. Dapat dilihat retakan-retakan berbentuk poligonal segi lima pada permukaannya. Pasir putih yang terhampar merupakan sedimen hasil rombakan batu gamping di sebelah utara yang terbawa aliran sungai dan disebarkan oleh ombak sehingga menambah keindahan Pantai Menganti. Jika pandangan diarahkan ke timur, akan terlihat gempuran ombak yang



Sumber: Ansori, 2012

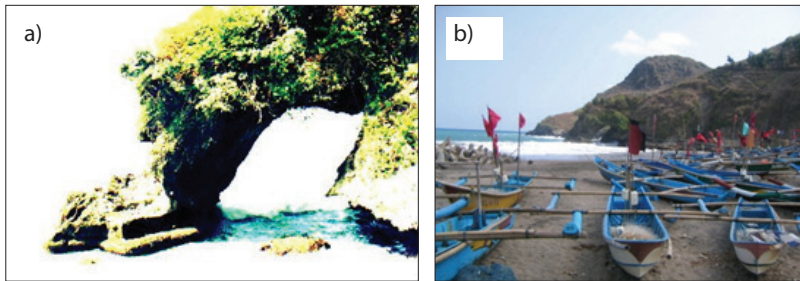
Gambar 32. (a) Pantai Tanjung Karangboto tersusun oleh breksi vulkanik dan (b) lava dari Formasi Gabon.

sangat kuat pada dinding pantai yang terjal akibat patahan turun yang memotong batuan breksi sehingga deretan gunungnya tampak lurus.

8. Pantai Pasir

Terletak sekitar 1 km sebelah timur Karangboto, pantai ini dimanfaatkan sebagai tempat pelelangan ikan dan pendaratan nelayan. Pada sisi barat pantai, dijumpai kenampakan jembatan alam selebar 30 m pada batuan breksi.

Pembentukan jembatan alam (*natural bridge*) terjadi karena proses abrasi laut terhadap sisipan batu pasir di dalam breksi vulkanik sehingga meninggalkan kenampakan menyerupai jembatan.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 33. a) Pantai Pasir dengan Ornamen Jembatan Alam dan b) Aktivitas Nelayan

9. Pantai Karangbolong

Jarak tempuh menuju pantai ini sekitar 39 km dari Kebumen melalui jalan aspal *hotmix*, atau dapat melalui rute jalan aspal dari Pantai Logending, Pedalen, Karangduwur, Pasir, Karangbolong sekitar 45 menit. Jika ditempuh dari arah Gombong dapat dilihat morfologi karst, penambangan gamping dengan tobong-tobong pembakaran dan singkapan breksi Formasi Gabon. Breksi ini mempunyai fragmen andesit, masa dasar tufa, batu pasir kasar, lava serta endapan lahar yang umumnya berubah. Tepat di Pantai Karangbolong (Gambar 34),



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 34. (a) Gua yang Terbentuk Akibat Abrasi laut; (b) Pantai Karangbolong

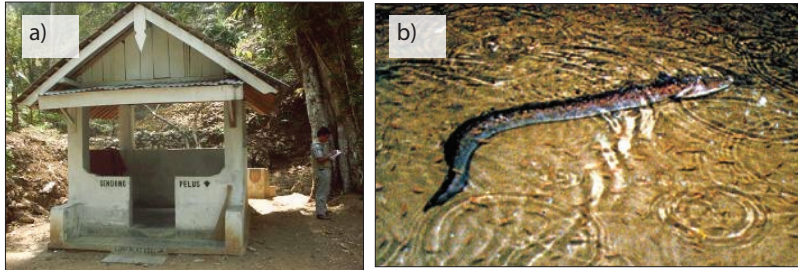
singkapan breksi laharik Formasi Gabon dijumpai sangat baik, fragmen andesit berukuran 15–50 cm, sortasi jelek, dan sangat kompak.

Rangkaian Karangbolong-Karangboto merupakan tanjung yang sangat resistan terhadap gempuran ombak laut selatan. Ke arah sisi timur, dapat dilihat dataran rendah dengan endapan pasir pantai lepas dan terpilah baik. Di sekitar pantai ini, banyak dijumpai gua-gua dengan sarang burung walet dan dapat dilihat atraksi pengambilan sarang burung empat kali setahun. Gua pada Pantai Karangbolong terbentuk karena runtuhnya yang terjadi sepanjang bidang perlapisan antara breksi dan batu pasir serta pengaruh gempuran ombak dan pengaruh retakan pada bidang-bidang perlapisan. Gua ini dimanfaatkan sebagai tempat peraga dalam proses pengambilan sarang burung walet.

10. Sendang Pelus

Sendang Pelus adalah mata air abadi yang merupakan pemunculan mata air dari sistem hidrologi daerah karst akibat terpotong lereng serta adanya lapisan batuan kedap air pada dasar sendang. Mata air dengan debit sekitar 10 lt/dt ini tidak pernah kering walaupun musim kemarau panjang serta dimanfaatkan sebagai sumber air untuk perikanan dan irigasi. Nama Pelus pada sendang ini muncul karena keberadaan ikan pelus sakral yang berjumlah tujuh ekor. Pelus

berwarna keabu-abuan dengan panjang sekitar 70 cm selalu berada di dalam lorong batuan. Jika ingin mengeluarkan ikan tersebut dari persembunyiannya, perlu dipancing dengan telur dadar oleh juru kunci penjaga sendang.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 35. (a) Bangunan Tempat Meditasi; (b) Pelus yang Terdapat di Sendang

IV

Dinamika Pantai Selatan Jawa, Pangandaran-Parangtritis

A. PANTAI PANGANDARAN, CIAMIS

Pantai Pangandaran terletak di Desa Pananjung, Kecamatan Pangandaran, berjarak 92 km sebelah selatan Kota Ciamis, yang merupakan bagian dari Teluk Parigi. Teluk Parigi adalah sebuah teluk yang terbuka ke arah Samudra Indonesia dengan panjang sekitar 18 km, tempat terletakinya Pantai Pangandaran, Batu Hiu, dan Batu Karas. Teluk ini dipisahkan dengan Pantai Pangandaran oleh Tembolo Pananjung di bagian timur, sedangkan pada bagian barat dibatasi oleh kawasan perbukitan yang merupakan bagian dari pegunungan selatan Jawa. Di sepanjang Teluk Parigi, terdapat objek wisata Pantai Pananjung dengan Cagar Alam Pananjung, Pantai Pangandaran, Batu Hiu, dan Pantai Batu Karas.

Di bagian utara Teluk Parigi, terdapat rangkaian pegunungan yang tersusun oleh breksi gunung api (batuan sedimen dengan fragmen kasar, runcing, hasil rombakan batuan beku) Formasi Jampang, batu pasir Formasi Pamutuan, dan batu gamping berlapis anggota karkarenit Formasi Pamutuan. Sementara itu, batuan pada Pantai Tembolo Pananjung tersusun oleh breksi vulkanik Formasi Jampang dan batu gamping Formasi Kalipucang. Pulau Tembolo Pananjung



Sumber: Google Earth, 2012

Keterangan: Bagian timur merupakan pantai pasir Pantai Tembolo Pananjung, bagian tengah merupakan pantai pasir *beach cusp*, di sekitar Batu Hiu dan Batu Karas merupakan pantai batu bertebing.

Gambar 36. Citra satelit di Kawasan Teluk Parigi

dahulunya merupakan Pulau Nusa Wiru yang terpisah dengan Pulau Jawa. Namun, terbentuknya endapan lepas kerikil batuan beku serta pasir putih hasil erosi batu gamping dapat menghubungkan Pulau Nusa Wiru dengan daratan utama menjadi Pulau Tembolo Pananjung (Setyawan dkk. 2011).

Pantai Pangandaran termasuk pantai berpasir dengan topografi landai. Bagian timur terlindungi dari gelombang dan angin oleh Tembolo Pananjung. Pada bagian tengah hingga batu Hiu, pantai lebih terbuka. Morfologi pantai berpasir dengan kenampakan tanjung dan teluk kecil yang berderet ritmis (*beach cusp*). Pada bagian pantai yang membentuk *beach cusp* sering terbentuk arus rip (Kusmanto & Setyawan, 2011). Arus rip merupakan arus permukaan yang bergerak dari tepi pantai ke tengah laut karena arus sepanjang pantai mengenai pantai dengan bentuk pantai *beach cusp*. Arus ini sangat berbahaya karena dapat menyebabkan banyak kematian akibat terseret ke tengah laut. Kehadiran arus rip diketahui dengan munculnya jalur air laut berwarna keruh atau gelembung-gelembung buih serta adanya celah yang terlihat di antara gelombang yang datang.

Di Teluk Parigi, sebagian besar gelombang laut yang datang berupa gelombang *swell* (gelombang samudra yang panjang dan relatif



Sumber: Google Earth, 2012

Gambar 37. Citra satelit bagian tengah Teluk Perigi membentuk morfologi *beach cusp* yang berpotensi membentuk arus rip.

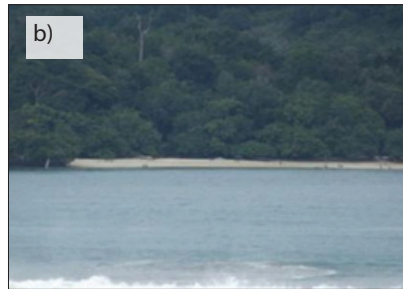
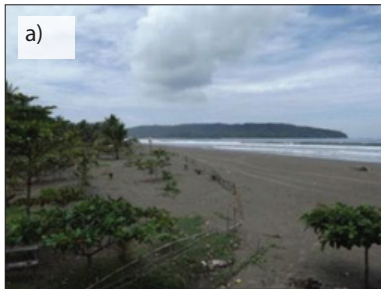
seragam yang merambat keluar dari tengah samudra dengan periode gelombang yang lama). Di samping itu, dijumpai arus sepanjang pantai (*long shore current*) akibat *swell* yang datang menyudut miring kecil dari garis normal pantai yang kemudian berbelok ke laut membentuk arus rip (Kusmanto & Setyawan, 2011).

Atraksi wisata di Pantai Pangandaran meliputi *wind surfing*, *scuba diving*, *snorkeling*, dan berperahu menyeberang ke Pasir Putih disertai pemandangan tumbuhan karang serta beragam ikan hias. Di cagar alam Pananjung, para wisatawan dapat mengintip banteng, rusa, dan hewan lainnya lengkap dengan keindahan cagar alam yang terjaga kelestariannya serta masih asri dan bersih. Beberapa kelebihan yang dapat kita temui di saat mengunjungi objek wisata Pantai Pangandaran adalah sebagai berikut:

- 1) Memiliki pantai yang sangat landai dengan air jernih, didukung oleh jeda waktu yang relatif lama antara pasang dan surutnya air laut sehingga memungkinkan wisatawan untuk berenang.
- 2) Dapat menyaksikan proses terbit dan terbenamnya matahari dengan segala keindahan panorama alamnya, pada satu tempat yang sama dengan koordinat $7^{\circ}42,047' S$ $108^{\circ}39,511' E$.
- 3) Di bagian timur, terdapat hamparan pasir putih yang memukau dan memesona.

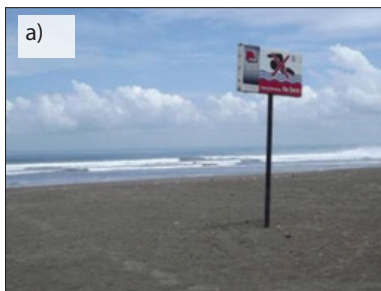
- 4) Tersedia tim penyelamat pantai.
- 5) Memiliki taman laut dengan keanekaragaman biota laut.
- 6) Festival Layang-layang Internasional (*Pangandaran International Kite Festival*) dengan berbagai kegiatan pendukungnya bisa kita saksikan pada tiap Juni atau Juli.
- 7) Area parkir yang cukup luas.

Selain menjanjikan keindahan pemandangan, pantai ini mempunyai risiko bencana berupa bahaya arus rip dan tsunami. Bahaya arus rip telah menyebabkan meninggalnya pengunjung setiap tahun. Tsunami pernah menerjang kawasan Pangandaran pada 17 Juli 2006 akibat gempa bumi berkekuatan 6,8 pada skala Richter di Samudra



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 38. (a) Segmen Timur Pantai dengan Kondisi Arus Tenang; (b) Pulau Tembolo Pananjung serta Pasir Putih yang Terbentuk



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 39. (a) Larangan Berenang; (b) Segmen Tengah Pantai, Tempat Pemunculan Arus Rip

Indonesia sebelah timur Tasikmalaya. Hantaman gelombang tsunami ini sangat dahsyat sehingga nyaris menghancurkan seluruh bangunan di sekitar Pantai Pangandaran. Beberapa kiat yang dapat dilakukan jika terjadi gempa bumi adalah sebagai berikut.

1. Di dalam rumah

Getaran akan terasa beberapa saat. Selama jangka waktu itu, kita harus mengupayakan keselamatan diri dan keluarga. Masuklah ke bawah meja untuk melindungi tubuh dari kejatuhan benda-benda. Jika tidak memiliki meja, lindungi kepala dengan bantal. Jika sedang menyalakomp, matikan segera untuk mencegah terjadinya kebakaran.

2. Di sekolah

Berlindunglah di bawah kolong meja yang kuat, lindungi kepala dengan tas atau buku. Jangan panik. Jika gempa mereda, keluarlah berurutan dari jarak yang terjauh ke pintu, carilah tempat lapang, jangan berdiri dekat gedung, tiang, dan pohon.

3. Di luar rumah

Lindungi kepala Anda dan hindari benda-benda berbahaya. Di daerah perkantoran atau kawasan industri, bahaya bisa muncul dari jatuhnya kaca-kaca dan papan-papan reklame. Lindungi kepala dengan menggunakan tangan, tas, atau apapun yang Anda bawa.

4. Di gedung, mal, bioskop, dan lantai dasar mal

Jangan menyebabkan kepanikan atau korban dari kepanikan. Ikuti semua petunjuk dari petugas satpam.

5. Di dalam lift

Jangan menggunakan lift saat terjadi gempa bumi atau kebakaran. Jika merasakan getaran gempa bumi saat berada di dalam lift, tekanlah semua tombol. Ketika lift berhenti, keluarlah, lihat keamanannya dan mengungsilah. Jika terjebak di dalam lift, hubungi manajer gedung dengan menggunakan *interphone* jika tersedia.

6. Di kereta api

Berpeganglah dengan erat pada tiang sehingga tidak akan terjatuh seandainya kereta dihentikan secara mendadak. Bersikap tenang dan mengikuti penjelasan dari petugas kereta. Salah mengerti terhadap informasi petugas kereta atau petugas stasiun akan mengakibatkan kepanikan.

7. Di dalam mobil

Saat terjadi gempa bumi besar, kita akan merasa seakan-akan roda mobil gundul. Kita akan kehilangan kontrol terhadap mobil dan susah mengendalikannya. Jauhi persimpangan, pinggirkan mobil di kiri jalan, dan berhentilah. Ikuti instruksi dari radio mobil. Jika harus mengungsi, keluarlah dari mobil, biarkan mobil tak terkunci.

8. Di gunung/pantai

Ada kemungkinan longsor terjadi dari atas gunung. Menjauhlah langsung ke tempat aman. Di pesisir pantai, perhatikan jika terjadi tsunami. Jika Anda merasakan getaran dan tanda-tanda tsunami tampak, cepatlah mengungsi ke dataran yang tinggi.

9. Beri pertolongan

Sudah dapat diramalkan bahwa banyak orang akan cedera saat terjadi gempa bumi besar. Karena petugas kesehatan dari rumah-rumah sakit akan mengalami kesulitan datang ke tempat kejadian, bersiaplah memberikan pertolongan pertama kepada orang-orang yang berada di sekitar Anda.

10. Dengarkan informasi

Saat gempa bumi besar terjadi, masyarakat terpukul kejiwaannya. Untuk mencegah kepanikan, penting sekali setiap orang bersikap tenang dan bertindak sesuai dengan informasi yang benar. Kita dapat memperoleh informasi yang benar dari pihak yang berwenang atau polisi. Jangan bertindak karena informasi orang yang tidak jelas.

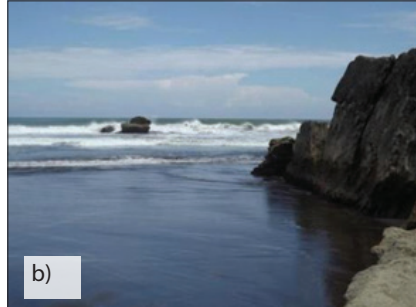
Adapun kiat untuk mengurangi risiko bencana tsunami antara lain:

- 1) Jika melihat laut tiba-tiba surut melebihi biasanya, segeralah tinggalkan pantai dan lari ke tempat tinggi lebih dari 33 m yang dapat dicapai dalam waktu 15 menit.
- 2) Jika melihat garis memanjang, kehitaman tinggi di sekitar pantai, segeralah lari karena hal tersebut merupakan pertanda datangnya gelombang besar.
- 3) Pahami jalur-jalur evakuasi tsunami serta kondisi topografi di sekitar pantai.
- 4) Jika berada dalam bangunan bertingkat dan tidak sempat menghindar, segeralah naik ke tingkat tertinggi bangunan.
- 5) Jika tidak ditemukan tempat evakuasi, naiklah ke pohon yang kuat dan tinggi.

B. PANTAI BATU HIU

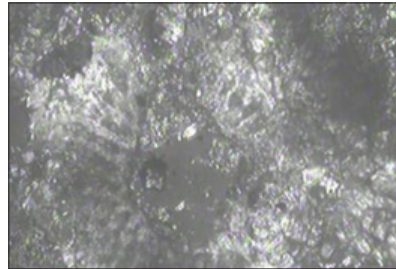
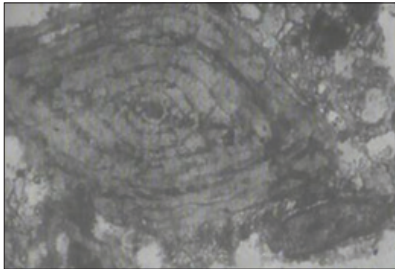
Ketenaran lokasi ini disebabkan oleh adanya batuan yang menyerupai ikan hiu, berjarak sekitar 300 m dari pinggir pantai. Secara geologis, batuan pada lokasi ini tersusun oleh perselingan antara batu gamping kalkarenit dan napal berwarna krem. Ketebalan lapisan berkisar 5–20 cm, dan termasuk anggota kalkarenit Formasi Pamutuan. Proses abrasi dan erosi gelombang pantai menjadikan lapisan kalkarenit yang lebih keras terlihat lebih menonjol dibandingkan lapisan batu napal. Kenampakan perselingan antara kalkarenit-napal dan latar belakang gelombang pantai memberikan panorama yang menarik. Kenampakan batuan seperti ikan hiu di tengah laut merupakan pulau kecil sisa erosi batuan dasar di lokasi ini (*stack*). *Stack* merupakan indikasi pantai mundur akibat abrasi gelombang.

Menurut Setyawan dkk. (2011), Batu Hiu termasuk pantai bertebing karena proses abrasi pantai pada perlapisan batu gamping yang menghasilkan cekungan pada dasar tebing (*notch*) yang menggantung dan runtuh. Runtuhnya tebing menggantung berbentuk *notch* merupakan pergeseran garis pantai akibat gempuran ombak besar.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 40. (a) Perselingan kalkarenit dan napal yang mengalami abrasi dan runtuh di dasar tebing; (b) *Stack*.



Sumber: Ansori, 2012

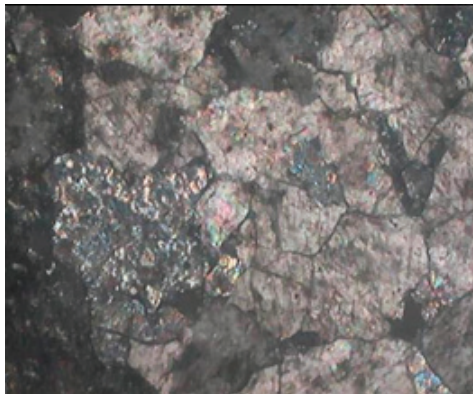
Gambar 41. Foto mikroskop fosil *foraminifera*, hewan laut yang terdapat pada batu gamping.

Objek wisata Batu Hiu memiliki panorama pantai yang indah. Pada kawasan objek wisata ini, terdapat perbukitan yang ditumbuhi pohon pandan wangi sehingga menambah keindahan *landscape*, perpaduan laut, dan bukit karang dengan deburan ombak besar yang datang tiada henti. Pengunjung juga dapat melihat dan mempelajari penangkaran dan pelestarian penyu di habitat aslinya. Pantai Batu

Hiu bisa dicapai dari Pangandaran sejauh 15 km menuju arah barat (ikuti arah Cijulang) atau melalui jalan pintas dari Banjar langsung menuju selatan, ke Kota Parigi.

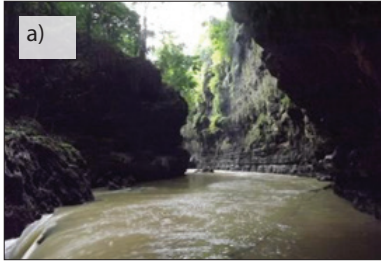
C. CUKANG TANEUH (GREEN CANYON)

Green Canyon terletak di Desa Kertayasa, Ciamis, Jawa Barat, berjarak 31 km dari Pangandaran. Nama Green Canyon dikenalkan oleh wisatawan Prancis karena warna air sungai yang kehijauan pada saat kemarau. Nama asalnya adalah Cukang Taneuh, yang berarti jembatan tanah, karena ada jembatan alamiah dengan lebar 3 meter dan panjang mencapai 40 meter yang menghubungkan Desa Kertayasa dengan Desa Batukaras. Secara geologi, lokasi ini berada pada anggota kalkarenit Formasi Pamutuan, yang tersusun oleh batu gamping berlapis dan napal. Sungai Cijulang adalah sungai utama yang membelah singkapan batu gamping berlapis dengan sisipan napal sehingga membentuk stalaktit dan stalakmit. Keberadaan aliran Sungai Cijulang yang melewati batu gamping membentuk speleotheme menarik berupa stalaktit yang disertai tetesan air dan rimbunnya pohon di sekitarnya.



Sumber: Ansori (2012)

Gambar 42. Foto Mikroskop Kristal Kalsit pada Stalaktit, Hasil Rekrystalisasi Batu Gamping

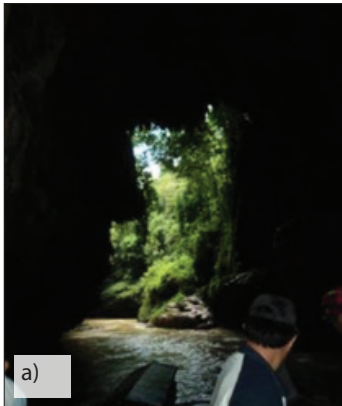


Sumber: Ansori, 2012

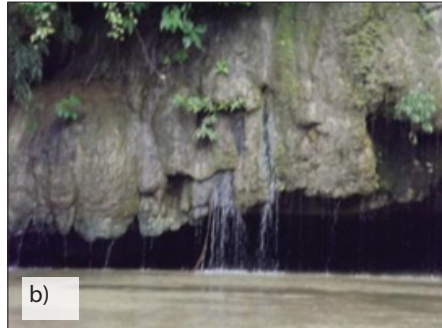


Sumber: Pengelola Objek, 2012

Gambar 43. Sungai Cijulang (a) pada musim hujan; dan (b) pada musim kemarau



Sumber: Ansori, 2012



Gambar 44. (a) Gua Green Canyon merupakan jembatan alamiah; (b) Stalaktit yang Terbentuk pada Sisi Sungai Cijulang

Stalaktit dan stalakmit dihasilkan oleh proses mengkristalnya kembali batu gamping sehingga membentuk kristal kalsit.

Atraksi wisata utama pada lokasi ini adalah melewati terowongan menyerupai gua yang berada di bawah jembatan alami yang dikenal dengan Gua Green Canyon. Untuk mencapainya, harus menyusuri Sungai Cijulang menggunakan perahu ketinting berkapasitas lima penumpang dengan biaya Rp75.000 per perahu. Waktu yang diperlukan untuk melakukan perjalanan dari Dermaga Ciseureuh sekitar 30 menit.



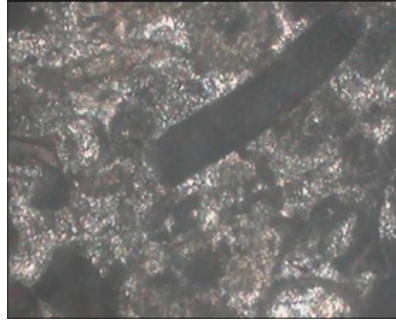
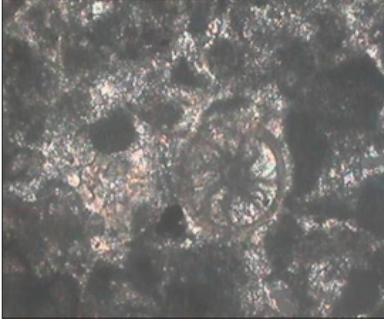
Sumber: Ansori, 2012

Gambar 45. Terminal dan Lalu-Lalang Perahu di Alur Sungai Cijulang

Green Canyon merupakan lembah sempit/ceruk Sungai Cijulang dengan aliran deras serta pertumbuhan stalaktit dan stalakmit yang meneteskan air. Air terus-menerus dikeluarkan di tebing sehingga daerah ini disebut sebagai daerah hujan abadi. Untuk menelusuri gua, diperlukan pelampung untuk berenang karena perahu tidak dapat melewati air terjun serta aliran sungai yang sempit dan deras. Pada saat kunjungan di musim hujan, air sungai berwarna coklat akibat curah hujan tinggi dan erosi. Sebaiknya kunjungan dilakukan pada musim kemarau sehingga kondisi air terlihat hijau *tosca* menarik.

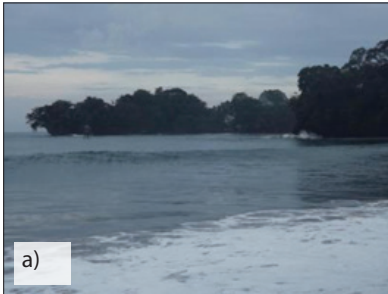
D. PANTAI BATU KARAS

Pantai ini merupakan objek wisata pantai berpasir dengan tebing terjal, tersusun oleh batu gamping berlapis bersisipkan batu gamping terumbu Formasi Pamutuan. Pantai Batu Karas merupakan tipe pantai pasir yang berasosiasi dengan tebing terjal. Hantaman gelombang pantai pada batu gamping membentuk *notch* yang kemudian runtuh dan menghasilkan *stack* dengan posisi jauh dari garis pantai, yang menandakan adanya pergerakan pantai mundur. Arus sepanjang pantai yang kuat dan menghantam batuan sering menghasilkan arus rip yang membahayakan perenang umum, tetapi hal itu menjadi tantangan tersendiri bagi peselancar.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 46. Foto mikroskop batu gamping *bio-sparit*, mengandung banyak fosil laut berumur miosen.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 47. (a) Pantai Batu Karas; (b) Pengunjung Berselancar di Pantai; (c) Pengunjung Berenang di Pantai; dan (d) Kantor Penjaga Keamanan Pantai

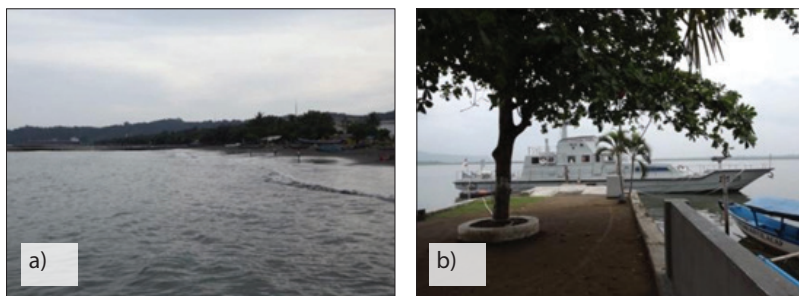
Batu Karas merupakan perpaduan antara objek wisata Pangandaran dan Batu Hiu dengan suasana alam yang tenang serta gelombang laut bersahabat dan landai sehingga membuat pengunjung kerasan tinggal di kawasan ini. Lokasi ini berada di Desa Batu Karas, Kecamatan Cijulang, dengan jarak sekitar 34 km dari Pangandaran. Kegiatan wisata yang banyak dilakukan adalah berselancar dan berenang. Di samping itu, wisatawan dapat melakukan kegiatan berperahu dan berkemah.

E. TELUK PENYU, CILACAP

Teluk Penyus merupakan kawasan pantai yang membujur dari utara ke selatan (Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap-Pulau Nusakambangan) dengan panorama gelombang laut yang cukup besar. Terlihat banyak kapal tanker keluar-masuk Pelabuhan Tanjung Intan untuk membawa minyak bumi yang akan disuling di kilang Pertamina Cilacap. Pulau Nusakambangan terlihat menjulang di antara deburan ombak pantai. Pulau Nusakambangan secara geologis tersusun oleh breksi Formasi Gabon/ Formasi Jampang di bagian dasarnya, Formasi Nusakambangan, Formasi Kalipucang, dan Formasi Pamutuan. Batuan di Pulau Nusakambangan umumnya berumur miosen sekitar 20 juta tahun lalu.

Pulau Nusakambangan diduga muncul karena adanya patahan yang mengangkat batuan lebih tua di Nusakambangan. Jalur patahan tersebut berarah barat laut-tenggara dan membentuk Segara Anakan di bagian utaranya. Formasi Gabon tersusun oleh breksi vulkanik dengan sisipan lava serta intrusi andesit. Formasi Jampang identik dengan Formasi Gabon. Formasi Kalipucang tersusun oleh batu gamping kristalin dan berlapis dengan serpih bitumen di bagian bawahnya. Formasi Nusakambangan tersusun oleh tuf, tuf lapilli, dan tuf pasir kerikilan dengan sisipan batu pasir, sedangkan Formasi Pamutuan tersusun oleh batu pasir, kalkarenit, napal, batu lempung, dan batu gamping. Potensi batu gamping Formasi Kalipucang di Pulau Nusa-

kambangian telah ditambang untuk bahan baku pembuatan semen *portland* dengan lokasi pabrik di daratan Cilacap. Adapun Segara Anakan merupakan celah patahan yang memisahkan daratan Cilacap dengan Pulau Nusakambangan. Pada kawasan Segara Anakan, terdapat kehidupan masyarakat kampung laut yang relatif terisolasi, yang pola hidupnya menyesuaikan dengan kondisi pasang-surut pantai. Segara Anakan merupakan estuari; di sini terdapat muara Sungai Donan, Kali Kembang Kuning, Kali Sapuregel, Kali Kremes,



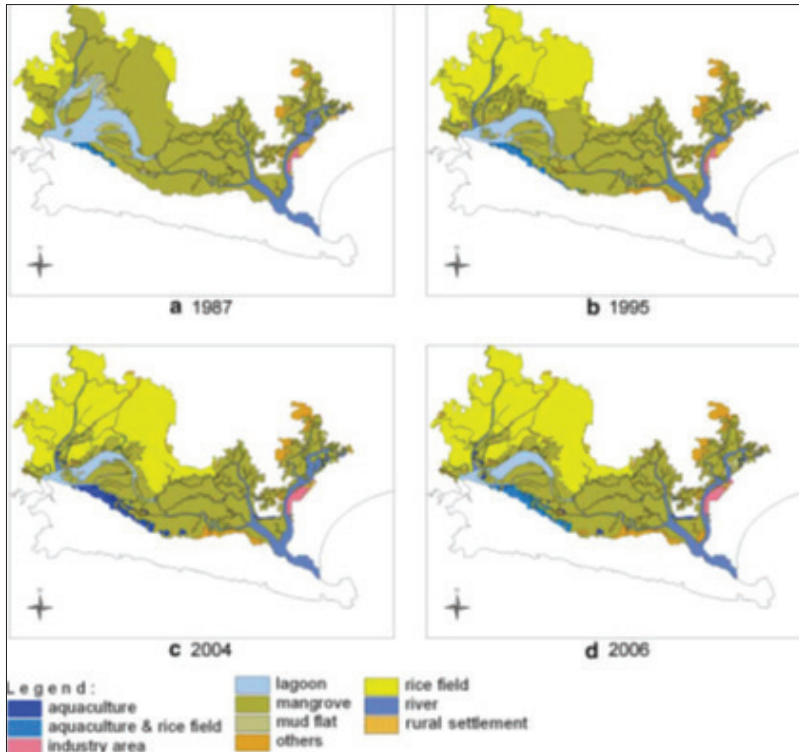
Sumber: Hastria, 2012

Gambar 48. (a) Pantai Teluk Penyu dengan Latar Belakang Pulau Nusakambangan; (b) Kapal Wisata yang Mengantar Perjalanan ke Pulau Nusakambangan.



Sumber: Google Earth, 2012

Gambar 49. Citra Satelit Kawasan Sekitar Pulau Nusakambangan



Sumber: Ardli & Mathias, 2008

Gambar 50. Segara Anakan semakin menyempit akibat proses sedimentasi yang terjadi sejak 1987 sampai 2006.

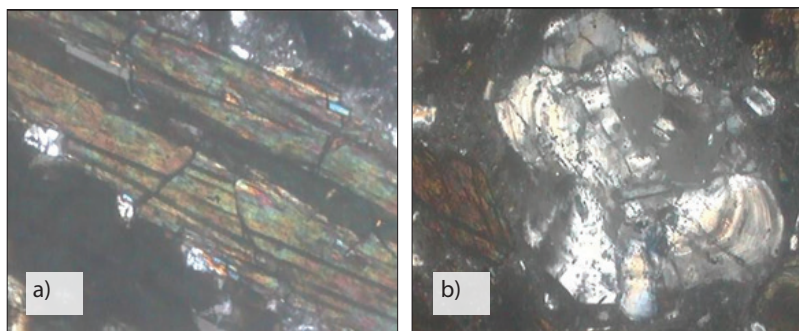
Kali Cikande, Kali Cibereum, Kali Cikayumati, Kali Citanduy, dan puluhan sungai kecil dengan pola dendritik yang membawa material sedimen daratan sehingga mempersempit luas Segara Anakan.

Pada masa 17.000 tahun silam, Pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan merupakan paparan Sunda. Pada saat itu, posisi laut berada 120 m di bawah muka air laut saat ini. Namun, akibat proses glasiasi maksimum, muka air laut naik sehingga Jawa, Sumatera, dan Kalimantan terpisahkan. Pada masa sekitar 4.200 tahun yang lalu (*Holocene*), Segara Anakan diduga merupakan bagian dari teluk

purba Citanduy (Setyawan dkk., 2011) dan Pulau Nusakambangan terpisah jauh dengan daratan Jawa. Namun, proses penurunan muka laut serta sedimentasi yang berlangsung terus-menerus menyebabkan terjadinya pendangkalan dan perluasan daratan hingga kondisi seperti saat ini. Proses sedimentasi ini disebabkan oleh adanya muatan sedimen sebanyak 5,77 juta m³/th yang masuk ke Segara Anakan, yang 1 juta m³/th di antaranya mengendap sehingga menutup teluk purba Citanduy.

F. GUNUNG SELOK

Selok berasal dari kata *junggring seloko*, yang berarti tempat berkumpulnya para pangreh gaib Nusantara. Gunung Selok merupakan area hutan seluas 236,7 ha yang dikelola oleh Perum Perhutani KPH Banyumas Timur. Gunung ini merupakan sebuah bukit yang terisolasi dengan ketinggian mencapai 150 m yang dikelilingi endapan pasir pantai masa kini. Gunung Selok merupakan intrusi andesit yang membentuk retakan berlembar (*sheeting joint*), dilingkupi oleh breksi vulkanik dan lava andesit. Breksi vulkanik berstruktur gradasi, mengalami retakan dan erosi sehingga membentuk gua Nagorojo, Gua Ratu, Gua Rahayu, Gua Pakuwaja, Gua Grojongan, dan Gua Sribolong,



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 51. Foto Mikroskop Plagioklas dan Piroksin sebagai Mineral Utama pada Andesit Piroksin Gunung Selok

yang banyak digunakan sebagai tempat ziarah. Gunung Selok dan Gunung Srandil merupakan intrusi andesit pada Formasi Gabon berumur miosen awal sekitar 30 juta tahun silam. Pemandangan pada puncak gunung, terlihat muara Sungai Bengawan yang berbelok ke timur. Pembelokan arah aliran sungai ini berbeda dengan pola umum pembelokan aliran muara sungai di pantai selatan Jawa. Keberadaan Gunung Selok dengan batuan yang resistan terhadap proses erosi dan abrasi menjadikan penghalang angin dan gelombang laut sepanjang pantai berarah tenggara-barat laut sehingga muara Sungai Bengawan berbelok ke arah tenggara. Di sekitar muara Sungai Bengawan ini, banyak diendapkan pasir besi yang ditambang masyarakat.

Wisatawan yang berkunjung ke Gunung Selok umumnya bertujuan untuk berziarah dan bermunajat mendekati diri kepada



Sumber: Widiyanto, 2012

Gambar 52. (a) Pintu Masuk ke Gunung Selok; (b) Morfologi dari Puncak Gunung; (c) Breksi Andesit pada Pintu Masuk Gua Rahayu; (d) Vihara di Jambe Lima

Tuhan Yang Maha Kuasa sehingga keinginannya dapat terkabul. Tempat ziarah yang banyak dikunjungi adalah Padepokan Jambe Pitu (di bagian barat), Padepokan Jambe Lima (di sebelah timur, telah dibangun vihara), dan Gua Rahayu serta Gua Nogorojo (pada dasar Gunung Selok, dekat muara Sungai Bengawan). Padepokan Jambe Pitu dipercaya sebagai tempat ziarah yang baik untuk memohon kedudukan sehingga banyak pembesar negeri ini yang mendatangnya. Sementara itu, Padepokan Jambe Lima dipercaya dapat membawa berkah untuk urusan usaha dan dagang. Kondisi bukit terisolasi dengan hutan lebat dan berhadapan langsung dengan laut menjadikan tempat ini terasa sangat sejuk, tenang, dan nyaman, baik siang maupun malam hari, sehingga lebih memudahkan orang untuk berkonsentrasi dan menenangkan diri memahami jati diri.

Selain gua-gua tersebut, di Gunung Selok terdapat benteng peninggalan Jepang yang konon merupakan tempat pertahanan Jepang dan tempat pengintaian musuh yang datang dari laut. Konon, ada 24 benteng peninggalan bala tentara Jepang, tetapi yang masih utuh tinggal satu yang sudah direnovasi. Pada bagian atas benteng, terdapat makam Kiai Sumolangu, yang banyak dikunjungi para peziarah dari daerah Kebumen. Konon, Kiai Sumolangu berasal dari daerah Kebumen dan meninggal di Selok. Menuju Gunung Selok dapat dicapai dengan kendaraan pribadi atau umum dari Terminal Adipala ke arah timur jurusan Jatijajar dan Kebumen.

G. GUNUNG SRANDIL

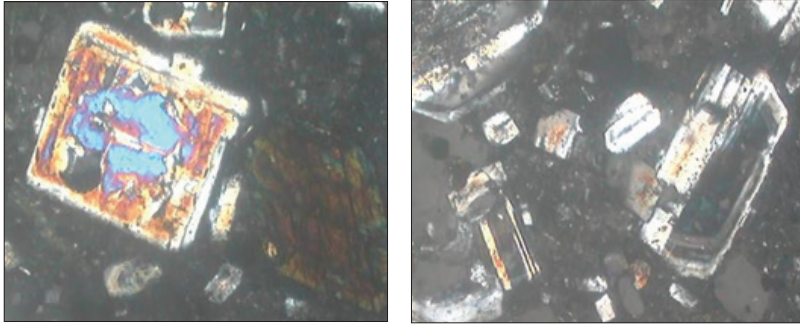
Gunung Srandil terdapat di Desa Glempangsari, Kecamatan Adipala, dapat ditempuh dari Cilacap ke arah timur laut sekitar 30 menit, baik menggunakan kendaraan umum maupun pribadi. Terdapat angkutan umum rute Cilacap-Jatijajar-Kebumen. Gunung Srandil merupakan cagar budaya yang digunakan sebagai objek wisata spiritual untuk mendekatkan diri kepada Tuhan Yang Maha Kuasa. Keberadaan objek wisata ini telah dikenal luas oleh berbagai kalangan sampai ke luar



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 53. Singkapan batuan di Gunung Srandil berupa (a) kekar kolom pada (b) lava yang berlubang gas serta (c) breksi vulkanik di dekat (d) pintu masuk objek.

Jawa, seperti Sumatera, Kalimantan, Bali, dan Sulawesi. Para peziarah biasanya berkunjung atau bermunajat pada malam Jumat Kliwon atau Selasa Kliwon pada bulan Syura. Di Gunung Srandil, terdapat banyak petilasan tokoh sakti. Dari kemampuan dan kesaktiannya, tempat yang disinggahi dianggap keramat dan disakralkan. Di puncak Bukit Srandil, terdapat petilasan Langlang Buono dan Eyang Mayangkoro. Bagi para spritualis, tempat ini diyakini sebagai tempat *kadewatan*-nya Kaki Semar. Kondisi alam yang tenang dengan deburan ombak pantai selatan menjadikan tempat ini terasa nyaman untuk berdoa dan menenangkan diri.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 54. Foto Mikroskop Mineral Piroksin dan Penjajaran Plagioklas pada Lava Andesit

Secara geologis, Gunung Srandil merupakan bukit terisolasi (*in layer hill*) yang menonjol di sekitar dataran pantai selatan akibat proses abrasi gelombang pantai, dengan ketinggian bukit mencapai 100 m. Gunung Srandil tersusun oleh intrusi andesit dengan sisipan lava dan breksi laharik Formasi Gabon. Di sebelah barat laut Gunung Srandil, terdapat petilasan Kaki Semar Tunggal Sabdojati Dayo Amongrogo serta retakan batuan berbentuk tiang/kolom (*columnar joint*) dengan posisi hampir tegak. Retakan batuan ini ditutupi lava yang berlubang gas dan mengalami breksiasi. Formasi Gabon tersusun oleh breksi vulkanik dengan sisipan lava andesit, tuf, tuf lapilli, breksi laharik, dan intrusi andesitik. Sebagian matrik breksi mengalami pelapukan membentuk tras. Formasi ini berumur miosen awal, yakni sekitar 30 juta tahun silam, yang tersebar luas di sekitar perbukitan Karangbolong-Kebumen.

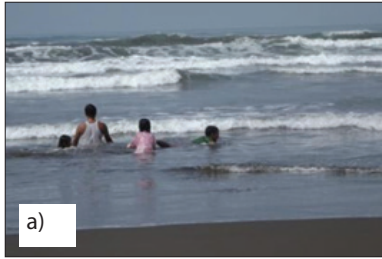
H. PANTAI WIDARA PAYUNG

Pantai ini merupakan pantai datar dengan gelombang yang cukup kuat, terletak di Desa Widarapayung, Kecamatan Binangun. Berjarak kira-kira 35 km arah timur Kota Cilacap atau 15 km arah barat Karst Gombong Selatan melalui jalan beraspal *hotmix*. Secara geologis, pantai ini tersusun oleh endapan pantai kuarter berupa pasir sedang

dengan sortasi baik, dan mengandung mineral magnetik lepas berupa magnetit dan ilmenit serta magnetik ikat berupa olivin dan piroksin. Di samping itu, dapat ditemukan juga kandungan mineral non-magnetik berupa kuarsa, feldspar, dan zirkon. Berdasarkan dokumen penutupan Tambang PT Aneka Tambang Tbk per 31 Mei 2004, masih terdapat cadangan pasir besi sebanyak 6.203.000 ton dengan konsentrat 744.678,85 ton, kadar Fe total 52,16% yang tersebar di pesisir Pantai Desa Welahan Wetan sampai dengan Desa Jetis. Masih cukup besarnya cadangan merupakan peluang bagi investor lain untuk melakukan penambangan. Hal ini bisa diamati dari banyaknya aktivitas penambangan pasir besi di sekitar jalan Raya Widara Payung-Selok. Penyebaran ketebalan lapisan endapan pasir yang sejajar pantai bervariasi dari 3 hingga 5 meter, dengan geometri lapisan melensa. Hal ini disebabkan oleh morfologi batuan dasar dan mekanisme pengendapan. Kontrol morfologi batuan dasar dan mekanisme pengendapan menjadi kontrol yang sangat penting untuk keterdapatannya endapan pasir besi.

Gempa bumi pada 17 Juli 2006 menyebabkan tsunami yang memporandakan bangunan yang ada. Namun sekarang, pembangunan telah dimulai dengan tatanan yang lebih baik. Kondisi pantai yang datar, tidak ada pemecah gelombang, dan letaknya yang berdekatan dengan sumber gempa menjadikan pantai ini masuk zona rawan tsunami.

Luas objek wisata Pantai Widara Payung mencapai 30 ha, yang dilengkapi dengan fasilitas kereta mainan anak, *homestay*, jalan beraspal, *shelter* (tempat berteduh), gardu pandang, kolam renang, tempat parkir, warung makan, dan kesenian daerah. Kondisi pantainya sangat landai dengan dipagari pohon kelapa sehingga menjadikan pantai ini sejuk. Objek ini menawarkan panorama pantai yang indah, upacara adat dan kesenian daerah serta gelombang laut yang relatif teratur sehingga cocok untuk berselancar.



a)



b)



c)



d)

Sumber: Ansori, 2012

Gambar 55. (a) Pantai Widara Payung; (b) Fasilitas Kolam Renang; (c) Bunga Magnetik, Pasir Besi dengan Kandungan Mineral Magnetik Tinggi; serta (d) Potensi Pasir Besi di Sepanjang Pantai Cilacap.

Aksesibilitas:

Dari arah timur: Kawasan Karst Gombong, Pantai Ayah, menyeberangi Jembatan Kali Bodo, Pantai Jetis (Cilacap), Pantai Widara Payung, Srandil, Selok, Teluk Penyu, Pangandaran, dan sebaliknya jika dari arah barat.

I. PANTAI LEMBU PURWO, KEBUMEN

Pantai ini adalah pantai berpasir dari muara Sungai Wawar di Kecamatan Mirit, Kebumen. Muara sungai membelok ke barat dan membentuk laguna pesisir (*coastal lagoon*) sepanjang hampir 2,8 km yang sejajar dengan garis pantai (Gambar 56). Pada muara sungai, terdapat satu *outlet* searah garis lurus sungai, sedangkan laguna yang ada membentang ke arah barat dan tidak berhubungan dengan laut (tertutup) sehingga airnya bersifat payau. Dasar laguna berupa

endapan lumpur bercampur pasir halus dengan kedalaman bervariasi, sekitar 1–5 m. Di sekitar laguna, dijumpai burung gagang bayam, cangkak abu, kuntul putih, belibis, trinil terik, trinil semak, capung jarum, kepiting, udang, kerang, siput, kating, ikan kepala timah, ikan mujair, dan penyu (Yuliono dkk., 2008). *Coastal lagoon* atau laguna pesisir, yang menurut Kjerfve (1994) dalam Setyawan dkk. (2011), merupakan tubuh air di tepi pantai, biasanya sejajar garis pantai, terpisah dari laut oleh suatu penghalang (*barrier*). Laguna terhubung oleh laut oleh satu atau lebih celah serta memiliki kedalaman beberapa meter. Air laguna bisa tawar (jika tidak terpengaruh pasang surut) atau hipersalin (terpengaruh pasang-surut). Laguna terbentuk karena proses *transgression* pada masa holosen sehingga muka laut pada posisi +5 m dari sekarang, kemudian diikuti pembentukan pematang pantai oleh proses angin.

Arus di sepanjang pantai yang terbentuk karena adanya angin dari arah selatan (Desember–Maret) dan arah tenggara (April–November) berinteraksi dengan sedimen asal darat sehingga membentuk *beach-cusp* (adanya kenampakan tanjung dan teluk ukuran kecil yang berderet) sehingga berpotensi membentuk arus rip yang terlihat dari kenampakan *beach cusp*. Gumuk pasir yang terbentuk memanjang searah garis pantai

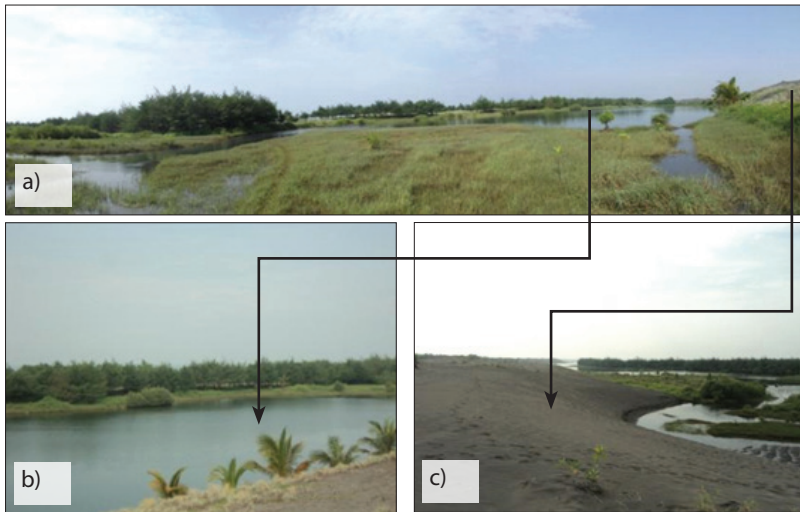


Sumber: Google Earth, 2012

Gambar 56. Muara Sungai Wawar dan Laguna Tertutup

berbentuk linear dengan jarak 200–300 m di belakang titik pasang tertinggi, tersusun oleh pasir sedang.

Pasir mengandung mineral magnetik dan bukan magnetik yang merupakan mineral pengotor. Mineral magnetik berupa magnetit lepas dan magnetit ikat sebagai inklusi dalam mineral olivin, piroksin, biotit, dan *hornblende*. Sementara itu, mineral bukan magnetik berupa kuarsa, plagioklas, K-feldspar, zirkon, rutil, dan karbonat/fosil. Kandungan magnetit ikat dan asosiasi mineral lain yang mengandung unsur besi mencapai 37,41%, sedangkan mineral magnetit lepas sekitar 16,73%. Pola sebaran magnetit ikat cenderung semakin banyak ke arah timur (Ansori dkk., 2011). Aktivitas wisata yang dapat dilakukan di Pantai Lembu Purwo adalah menikmati keindahan alam, renang, berkuda, menyusuri laguna dengan kano, agrowisata, geowisata, pengamatan satwa liar, memancing, *tracking*, dan *camping* (Gambar 57).



Sumber: Hastria, 2012

Gambar 57. Kenampakan morfologi di Pantai Lembu Purwo, berupa a) Kondisi laguna yang berkelok dengan vegetasi bakau dan cemara laut; b) Air laguna yang tenang sangat cocok untuk berenang, mengayuh kano dan memancing; serta c) Gumuk pasir yang memanjang di sebelah utara laguna dan *inlet* air dari arah timur.

J. PANTAI GLAGAH, KULON PROGO

Pantai Glagah merupakan pantai berpasir dengan topografi datar (Gambar 58). Terdapat laguna atau teluk semi-tertutup yang terbentuk oleh beting pasir sehingga menghalangi interaksi langsung dengan laut. Laguna terbentuk pada muara Sungai Serang yang berbelok ke arah barat searah garis pantai sepanjang 1 km. Laguna membagi kawasan pantai menjadi dua bagian. Ke arah daratan berupa hamparan pasir yang ditumbuhi tumbuhan pantai dan rerumputan, ke arah laut lepas berupa gundukan pasir yang akan dijadikan pelabuhan. Laguna Glagah merupakan laguna tertutup dengan *outlet* tunggal pada arah lurus muara Sungai Serang. Muara sungai juga telah dilengkapi dengan pemecah gelombang.

Pada muara Sungai Bogowonto (6 km arah barat), juga dijumpai laguna Pantai Jatimalang dengan aliran Sungai Lereng yang sejajar garis pantai. Sungai Lereng dengan panjang sekitar 10 km merupakan laguna purba yang tertutup oleh gumuk pasir yang tinggi dan terus-menerus membentuk sistem aliran sungai tersendiri. Perkembangan gumuk pasir dan lembah/laguna terlihat secara nyata dari citra satelit



Sumber: Google Earth, 2012

Gambar 58. Citra satelit antara Pantai Jatimalang dan Pantai Glagah memperlihatkan laguna Glagah dan aliran Sungai Lereng yang merupakan laguna purba.

di sepanjang pantai selatan Kebumen–Kutoarjo dari arah pantai ke utara hingga jarak 3 km. Bekas gumuk pasir umumnya digunakan untuk permukiman, sedangkan bekas laguna dimanfaatkan untuk sawah ataupun kolam. Pola perkembangan laguna dan gumuk pasir ini terkait dengan naik turunnya muka laut, influk sedimen asal darat, dan arah angin. Pantai selatan dari Kebumen hingga Parangtritis, Yogyakarta, merupakan pantai lurus yang terbentuk karena aktivitas gelombang yang dominan pada lingkungan pantai atau biasa disebut sebagai *strandplain*.

Selain pemandangan pantai yang indah, Pantai Glagah memiliki beragam fasilitas wisata pantai (Gambar 59). Salah satunya adalah area *motocross* yang terletak persis di pinggir pantai, fasilitas agrowisata pantai dengan mengunjungi perkebunan Kusumo Wanadri. Di sana, pengunjung bisa mengamati proses budi daya beragam tanaman obat mujarab, seperti buah naga dan bunga *roselle*. Di samping itu, terdapat persewaan getek, kano, dan bebek dayung yang bisa digunakan untuk menyusuri laguna atau sekadar menyeberang lewat jembatan kayu menuju lokasi gundukan pasir di tepi pantai.

K. LABORATORIUM GEOSPASIAL PESISIR DEPOK REJO-BANTUL

Merupakan laboratorium alam yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana bangunan penunjang untuk tempat penelitian, pendidikan, dan pengabdian masyarakat. Laboratorium ini merupakan hasil kerja sama antara Badan Informasi Geospasial Fakultas Geografi UGM dan Pemerintah Daerah Bantul. Laboratorium ini terletak di Dusun Depok, Parangtritis, Bantul, 30 km sebelah selatan Yogyakarta. Lokasinya berada di tengah bentang alam gumuk pasir Parangtritis yang merupakan satu-satunya gumuk pasir di Indonesia (Gambar 60). Lokasi ini merupakan dataran pantai hasil interaksi proses laut dengan angin sehingga membentuk berbagai jenis gumuk pasir. Gumuk pasir adalah gundukan bukit atau igir dari pasir yang terembus angin dan



Sumber: Kumoro, 2012

Gambar 59. (a) Laguna Glagah dengan kondisi air tenang sangat cocok untuk wisata air; (b) Beting pasir/*sand dunes* di depan laguna sebagai pembatas laguna dengan arus sepanjang pantai yang kuat; (c) Monumen Bahari; (d) Bangunan Pemecah Gelombang pada *outlet* Sungai Serang; (e) Agrowisata Buah Naga; serta (f) Buah Naga Siap Jual.

terbentuk secara alamiah karena proses angin (*eolian morphology*). Gumuk pasir dapat dijumpai pada daerah yang memiliki pasir sebagai material utama, yaitu daerah iklim kering. Angin berkecepatan tinggi diperlukan untuk mengikis dan mengangkat butir-butir pasir serta permukaan tanah terbuka untuk tempat pengendapan pasir (Gambar 61 dan Gambar 62). Gumuk pasir cenderung terbentuk dengan penampang tidak simetris. Jika tidak ada stabilisasi oleh vegetasi, gumuk pasir cenderung bergeser ke arah angin berembus. Butir-butir pasir terembus dari depan ke belakang gumuk. Bentuk gumuk pasir

bermacam-macam, bergantung pada faktor jumlah dan ukuran butir pasir, kekuatan dan arah angin, serta keadaan vegetasi. Bentuk gumuk pasir pokok meliputi bentuk melintang (*transverse*), sabit (*barchan*), parabola (*parabolic*), dan memanjang (*longitudinal dune*).

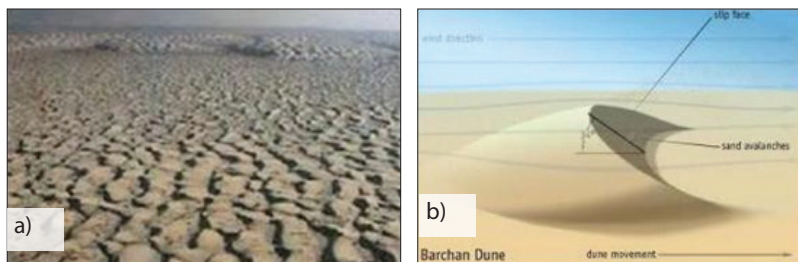
Gumuk Pasir Tipe Melintang (*transverse*)

Gumuk pasir ini terbentuk di daerah yang tidak berpenghalang dan banyak cadangan pasirnya. Bentuk gumuk pasir melintang menyerupai ombak dan tegak lurus terhadap arah angin (Gambar 61a). Karena ada proses *eolian* yang terus-menerus maka terbentuklah bagian yang lain dan menjadi sebuah koloni.



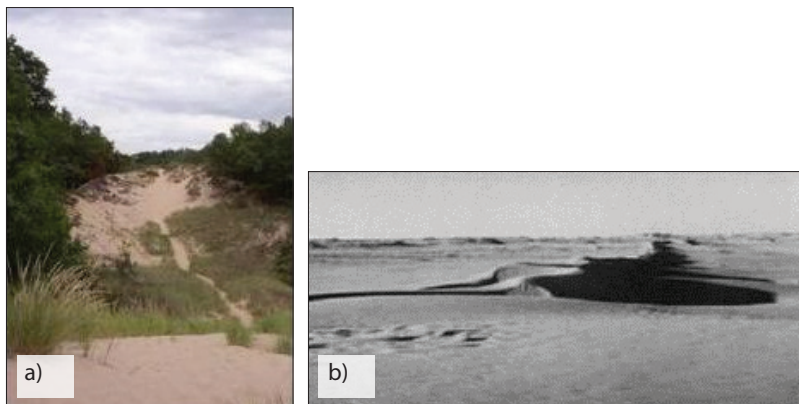
Sumber: Google Earth, 2012

Gambar 60. Muara Sungai Opak dengan *outlet* tunggal membentuk laguna dan membelok ke arah barat dengan gumuk pasir di bagian depannya.



Sumber: shara-blogydow.blogspot.com, 2009

Gambar 61. (a) Gumuk Pasir Tipe Melintang; (b) Gumuk Pasir Tipe Barchan



Sumber: shara-blogydow.blogspot.com, 2009

Gambar 62. (a) Gumuk Pasir Tipe Parabola; (b) Gumuk Pasir Tipe Memanjang

Gumuk Pasir Tipe Barchan (*barchanoid dunes*)

Bentuknya menyerupai bulan sabit, terbentuk pada daerah yang tidak memiliki *barrier*. Besarnya kemiringan lereng daerah yang menghadap angin lebih landai dibandingkan kemiringan lereng yang membelakangi angin sehingga tidak simetris. Ketinggian gumuk pasir *barchan* umumnya 5–15 meter. Gumuk pasir ini merupakan perkembangan proses *olian* yang terhalangi oleh tumbuhan sehingga daerah yang menghadap angin lebih landai dibandingkan daerah yang membelakangi angin

Gumuk Pasir Tipe Parabola (*parabolic dunes*)

Bentuknya hampir sama dengan gumuk pasir *barchans*. Adapun yang membedakan adalah arah angin. Gumuk pasir *parabolic* arahnya berhadapan dengan datangnya angin (Gambar 62a). Ada kemungkinan gumuk pasir ini dulunya berbentuk sebuah bukit yang melintang. Lalu, karena pasokan pasirnya berkurang, gumuk pasir ini terus tergerus oleh angin sehingga membentuk sabit dengan bagian yang menghadap ke arah angin curam.

Gumuk Pasir Tipe Memanjang (*longitudinal dune*)

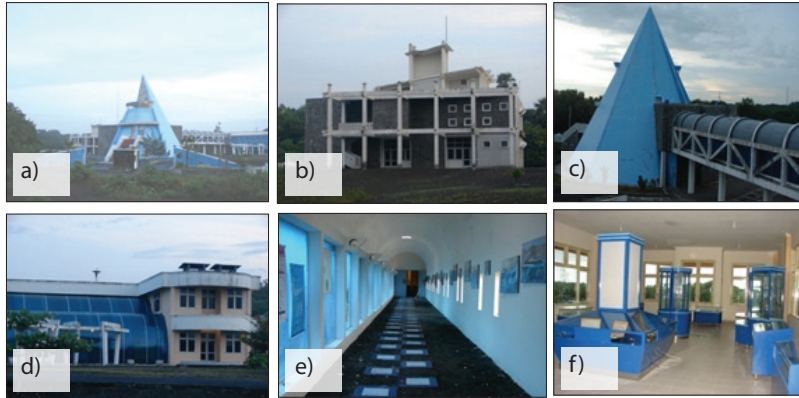
Gumuk pasir memanjang berbentuk lurus dan sejajar satu sama lain. Arah gumuk pasir searah dengan gerakan angin. Gumuk pasir ini berkembang karena berubahnya arah angin dan terdapatnya celah di antara bentukan gumuk pasir awal. Celah yang ada terus-menerus mengalami erosi menjadi lebih lebar dan memanjang.

Gumuk pasir merupakan bentuk lahan yang terbentuk dari aktivitas angin. Angin membawa pasir yang kemudian mengendapkannya dan membentuk berbagai macam tipe gumuk pasir. Pada umumnya, gumuk pasir terbentuk pada daerah gurun, tetapi Indonesia yang beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi memiliki bentukan gumuk pasir tersebut. Pantai Parangtritis-Depokrejo merupakan satu-satunya tempat di Indonesia yang juga dapat memiliki bentang alam *eolian*. Terbentuknya gumuk pasir tersebut merupakan hasil proses yang dipengaruhi oleh angin tenggara dan selatan, material pasir Gunung Merapi, graben Bantul serta Sungai Opak dan Progo yang membawa pasir Merapi.

Laboratorium geospasial pesisir dapat digunakan sebagai referensi kajian penelitian kepebisiran dan laut berbasis geospasial. Tempat ini merupakan tempat kolaborasi riset kepebisiran dan laut berskala nasional dan internasional serta merupakan tujuan wisata pendidikan geospasial pesisir (Gambar 63).

Sarana dan fasilitas yang terdapat pada laboratorium antara lain berupa:

- 1) Gedung kerucut empat lantai dengan fasilitas ruang pertemuan, menara pandang dan studio visual.
- 2) Lorong pengetahuan yang di dalamnya berisi informasi tentang proses terbentuknya gumuk pasir.
- 3) Gedung pameran yang di dalamnya berisi berbagai peralatan survei pemetaan dan ruang analisis citra NOAA/Feng Yun.
- 4) Gedung laboratorium yang telah dilengkapi dengan ruang penelitian lengkap yang tersambung dengan fasilitas Internet.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 63. Gedung Laboratorium Geospasial Pesisir di Depokrejo, Bantul

L. PANTAI PARANGTRITIS-BANTUL

Merupakan kawasan wisata pantai paling diminati di Yogyakarta. Pantai ini (Gambar 64) terletak pada muara Sungai Opak di Kecamatan Kretek-Bantul, sekitar 27 km sebelah selatan Kota Yogyakarta. Sungai Opak merupakan sungai yang membatasi tinggian Pegunungan Selatan Wonosari dengan depresi Bantul. Diperkirakan merupakan jalur patahan yang memanjang hingga Kabupaten Klaten dan sempat bergerak pada saat gempa bumi Yogyakarta pada 2010. Parangtritis terletak pada zona depresi Bantul dengan litologi berupa endapan lepas vulkanik merapi muda serta endapan aluvial pantai berumur kuartar. Pada bagian timur, terlihat tinggian Pegunungan Selatan Wonosari dengan lereng yang terjal. Pada bagian bawah, dijumpai breksi Formasi Nglanggran, sedangkan bagian atasnya berwarna cerah, merupakan batu gamping Formasi Wonosari.

Parangtritis merupakan pantai pasir yang lurus (*strandplain*), terbentuk karena aktivitas gelombang dominan yang berasosiasi dengan tebing terjal. Pada bagian timur yang terlindungi tinggian Wonosari hingga jarak 1 km, kondisi arus pantainya tenang. Sementara itu, pada bagian barat dengan kondisi pantai yang terbuka, arus pantai terlihat

kuat dan berpotensi besar terbentuknya arus rip yang membahayakan perenang. Bagian timur pantai sangat baik untuk pengembangan wisata pantai dan renang. Segmen dengan gelombang pantai kuat di bagian barat dapat digunakan untuk berselancar. Pada segmen timur masih mungkin terjadi arus rip dengan frekuensi rendah, terutama saat perubahan kondisi pasang-surut laut. Arus rip dipengaruhi oleh morfologi dasar laut, morfologi pantai, dan gelombang yang datang. Pembuatan zona aman untuk renang semestinya perlu dilakukan untuk menekan jumlah korban yang selalu terjadi di Parangtritis.

Selain terkenal sebagai tempat rekreasi, Parangtritis merupakan tempat keramat. Banyak pengunjung yang datang untuk bermeditasi di Parangkusumo dan Parangendog. Parangtritis merupakan salah satu tempat untuk melakukan upacara Labuhan Keraton Yogyakarta. Setiap malam Jumat Kliwon dan Selasa Kliwon, para pengunjung ataupun nelayan setempat melakukan upacara ritual. Puncak acara ritual biasanya terjadi pada malam 1 Sura serta dua-tiga hari setelah hari raya Idul Fitri dan Idul Adha.

Parangendog merupakan pemunculan mata air panas di sebelah utara objek wisata Parangtritis. Pemunculan mata air panas pada

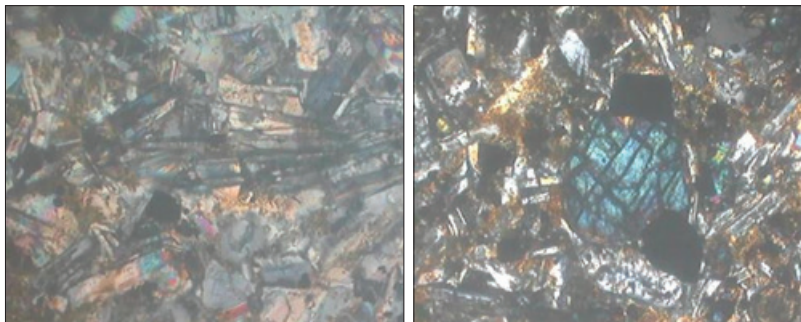


Sumber: Google Earth, 2012

Gambar 64. Pantai Parangtritis terletak pada graben Bantul dengan muara Sungai Opak dan tinggian Wonosari.

endapan lepas vulkanik Merapi mengindikasikan adanya aktivitas hidrotermal pada bagian bawah yang diduga terkait dengan sisa aktivitas Gunung Api Purba Nglanggran. Singkapan batuan vulkanik terdapat pada bagian timur Parangtritis.

Pantai Parangkusumo merupakan lokasi sakral tempat meditasi dan pelarungan berbagai sesaji Keraton Yogyakarta yang terletak sekitar 750 m sebelah barat Parangtritis. Pada lokasi meditasi di sebelah timur dan utara masjid, terdapat lava andesit yang menandakan bahwa pada masa lampau di sekitar lokasi ini pernah ada aktivitas gunung api purba yang merupakan bagian dari Formasi Nglanggran. Lava andesit Parangkusumo dan air panas Parangendog adalah satu sistem gunung api purba berumur miosen.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 65. Foto Mikroskop Basal Terubah Parangkusumo



Sumber: Hastria, 2012

Gambar 66. (a) Pantai Parangtritis merupakan pantai berpasir lurus dengan latar belakang tinggian Wonosari; (b) Dinding terjal tersusun oleh batu gamping Formasi Wonosari; (c) Aktivitas berenang dan bermain pasir pantai dilakukan pada bagian timur; (d) Cagar Budaya Cepuri Parangkusumo; (e) Lava Basal sebagai Pusat Ritual di dalam Cepuri.

A. BATURRADEN, PURWOKERTO

Lokawisata ini merupakan tempat wisata yang paling diminati oleh wisatawan yang melewati Purwokerto. Terbantang di sebelah selatan kaki Gunung Slamet pada ketinggian sekitar 640 m di atas permukaan laut (mdpl). Baturraden terletak hanya 14 km dari Kota Purwokerto, yang dihubungkan dengan jalan raya. Di lokasi ini, dapat dinikmati pemandangan indah dan udara pegunungan segar dengan suhu 18°–25° C. Gunung Slamet merupakan gunung berapi tertinggi di Jawa Tengah dengan ketinggian 3.428 m. Erupsinya bersifat eksplosif dan efusif. Rempah gunung yang eksplosif berupa bom vulkanik, lapilli, pasir, dan abu. Gunung Slamet yang sekarang merupakan generasi kedua, sedangkan generasi pertamanya berupa Gunung Slamet Tua atau Gunung Cowet yang terbentuk 1 juta tahun lalu. Selama 200 tahun ke belakang, setidaknya telah terjadi 36 kali peristiwa erupsi, termasuk letusan. Titik letusan Gunung Slamet bergerak dari arah timur laut ke arah barat daya sehingga letusan di masa mendatang diprediksikan mengarah ke barat daya dan akan merusak dinding kawah yang ada (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana, 2005). Jika cuacanya bagus, Kota Purwokerto, Cilacap, dan Nusakambangan dapat terlihat dari Baturraden. Di sekitar Gunung Slamet, terdapat hutan tropis yang heterogen.

Pada lokasi atraksi wisata *cascade* alam, terdapat air terjun pada batuan breksi vulkanik dan lava andesitik. Breksi vulkanik tersingkap pada dasar sungai, tersusun oleh fragmen batuan andesit, bentuk meruncing, ukuran fragmen 5–20 cm, kemas tertutup dalam masa dasar pasir. Di bagian atasnya terdapat air terjun pada lava andesit. Lava berwarna abu-abu gelap, struktur berongga *vesicular*, membentuk kekar kolom (*columnar joint*) dengan arah bervariasi bergantung pada posisi bidang kontak. Bidang kontak merupakan bidang pendingin. Efek inilah yang membentuk bidang-bidang retakan poligonal yang berkembang menjadi kekar kolom. Lava andesit termasuk satuan lava Gunung Slamet berumur kuartar yang terbentuk setelah pengendapan breksi vulkanik. Singkapan lava menerus hingga lokasi air terjun di bagian atas jembatan. Pada lokasi ini struktur kekar kolom terlihat sangat ideal membentuk permukaan poligonal. Selain itu, di lokawisata ini, dijumpai pemunculan gejala geotermal berupa mata air panas yang banyak mengandung belerang di Pancuran Telu dan Pancuran Pitu. Tingginya kandungan belerang yang muncul serta suhu air 40°C (Pancuran 3) hingga 51°C (Pancuran 7) menandakan pengaruh dari aktivitas Gunung Slamet masa kini.

Objek wisata Baturraden dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan pribadi ataupun umum. Jarak dari Kota Purwokerto sekitar 15 km dan dapat ditempuh 15 menit dengan lalu lintas yang tidak terlalu padat. Jika menggunakan kendaraan umum, wisatawan dapat naik angkutan kota dari terminal bus Purwokerto dan turun di terminal lokawisata Baturraden. Jika ingin lebih praktis, wisatawan dapat menggunakan taksi. Apabila memutuskan menggunakan kendaraan

Tabel 5.1 Beberapa Wahana Rekreasi yang Tersedia di Lokawisata Baturraden.

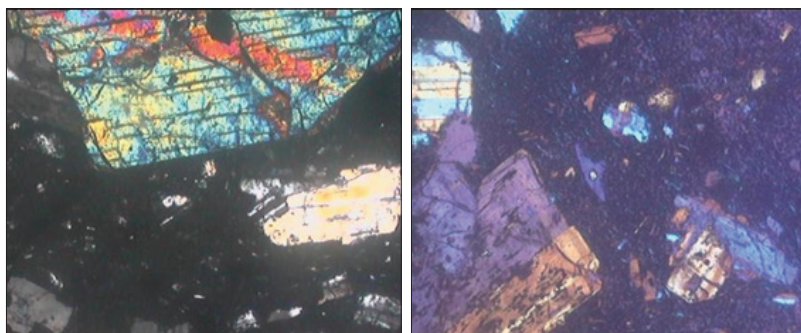
1. Kebun raya dan taman botani	8. Kereta mini
2. Air terjun	9. Kereta listrik
3. Atraksi air terjun Gumawang	10. Mogen (mobil genjot)
4. Pemandian air panas	11. Sepeda air
5. Kolam renang	12. Komidi putar
6. Arena mainan anak	13. Teater alam
7. <i>Flying fox</i>	14. Menara pandang

pribadi, sebaiknya hati-hati karena jalan menanjak dengan kemiringan sekitar 30 derajat.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 67. Air terjun pada lava yang berada di atas breksi vulkanik (a), struktur kekar kolom yang terbentuk (b) yang dimanfaatkan untuk arena wisata (c), dan air panas yang merupakan pemunculan gejala geotermal di pancuran telu (d).



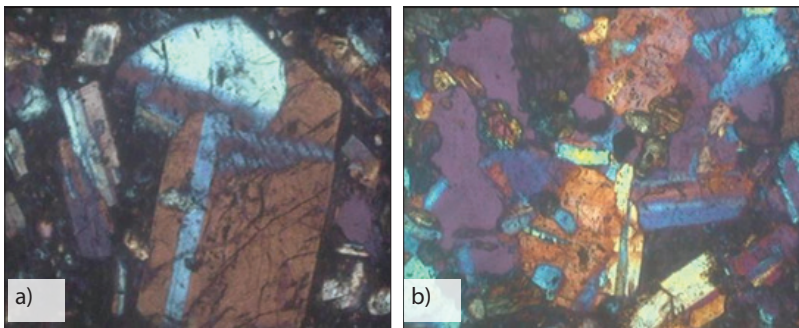
Sumber: Ansori, 2012

Gambar 68. Foto Mikroskop Penjajaran Piroksin dan Plagioklas pada Lava Andesit Piroksin Baturraden

B. CURUG CIPENDOK, PURWOKERTO

Merupakan air terjun dengan ketinggian 97 m yang berada pada wilayah Perhutani Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Banyumas Timur. Tinggi dan besarnya debit sungai menyebabkan empasan embun dan titik air mencapai jarak 100 m sepanjang tahun. Curug terbentuk akibat air sungai melewati celah sempit intrusi andesit, satuan batuan Gunung Api Slamet yang tak terurai dan berumur kuartar. Struktur kekar kolom (*columnar joint*) dan berlembar (*sheeting joint*) teramati dengan jelas pada tubuh batuan. Nama Cipendok berasal dari kata Keris Pendok, pusaka yang didapat Raden Ranusentika (salah seorang pengikut Pangeran Diponegoro) pada saat membuka kawasan hutan daerah ini.

Keindahan alam Curug Cipendok baru dilirik Pemerintah Kabupaten Banyumas pada 1984, yang pembukaannya dilakukan pada 27 Februari 1987 setelah membangun sarana tempat peristirahatan dan musala (hasil wawancara dengan pengelola objek). Peningkatan pelayanan masih terus dilakukan dengan pengadaan sarana-prasarana untuk dapat menunjang kenyamanan pengunjung. Di samping itu, juga dilakukan pembangunan tempat bermain anak, pementasan hiburan, perbaikan jalan, dan penambahan objek wisata, yaitu Telaga



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 69. Foto mikroskop lava andesit piroksin Curug Cipendok mengandung kristal plagioklas terajar (a), serta pertumbuhan bersama piroksin dan plagioklas (b).

Pucung, yang berada sekitar 500 m arah barat dari lokasi curug. Curug dan Telaga Pucung merupakan objek utama rekreasi, dan sekarang sedang dirintis pengadaan kebun binatang. Bagi yang suka *camping*, tersedia juga bumi perkemahan di lokasi tersebut.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 70. (a) Air terjun Curug Cipendok setinggi 97 m dengan *sheeting joint* di bagian bawahnya; (b) Pintu Masuk Objek; (c) Kekar Kolom pada Sisi Jalan Menuju Curug; (d) Aktivitas mandi pada aliran sungai di bawahnya.

C. GUNUNG MERAPI

Gunung Merapi (Gambar 71) merupakan gunung bertipe kubah vulkanik serta salah satu gunung api teraktif di Indonesia yang mempunyai ketinggian 2.968 mdpl. Magma Merapi termasuk tipe *intermediate* yang menghasilkan batuan andesitik. Lereng sisi selatan berada dalam administrasi Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan sisanya berada dalam wilayah Provinsi Jawa Tengah, yaitu Kabupaten Magelang di sisi barat, Kabupaten Boyolali di sisi utara dan timur, serta Kabupaten Klaten di sisi tenggara. Kawasan hutan di sekitar puncaknya menjadi kawasan Taman Nasional Gunung Merapi sejak 2004. Gunung ini sangat berbahaya karena setiap dua sampai lima tahun mengalami erupsi. Sejak 1548, gunung ini sudah meletus sebanyak 68 kali. Kota Magelang dan Kota Yogyakarta adalah kota besar terdekat, berjarak di bawah 30 km dari puncaknya. Di



Sumber: Rahardjo, 2012

Gambar 71. Gunung Merapi difoto pada pagi hari dari pesawat udara dengan arah tenggara-barat laut, terlihat jajaran Gunung Merapi, Merbabu, Sindoro, Sumbing, Dieng, dan Slamet.

lerengnya masih terdapat permukiman sampai ketinggian 1.700 m dan hanya berjarak 4 km dari puncak.

Gunung ini merupakan gunung termuda dalam rangkaian gunung berapi ke arah selatan dari Gunung Ungaran, Telomoyo, Merbabu, dan sampai Merapi. Rangkaian gunung ini terbentuk karena aktivitas subduksi lempeng Hindia-Australia yang bergerak ke bawah Lempeng Eurasia menyebabkan munculnya aktivitas vulkanik di sepanjang bagian tengah Pulau Jawa. Puncak gunung sekarang tidak ditumbuhi vegetasi karena aktivitas vulkanik yang tinggi. Puncak gunung tumbuh di sisi barat daya puncak Gunung Batulawang. Proses pembentukan Gunung Merapi telah dipelajari dan dipublikasikan sejak 1989.

Berthomier, seorang sarjana Prancis, membagi perkembangan Merapi dalam empat tahap. Tahap pertama adalah Pra-Merapi (sampai 400.000 tahun yang lalu), yaitu Gunung Bibi yang bagiannya masih dapat dilihat di sisi timur puncak Merapi. Tahap Merapi Tua terjadi ketika Merapi mulai terbentuk, tetapi belum berbentuk kerucut (60.000–8.000 tahun lalu). Sisa-sisa tahap ini adalah Bukit Turgo dan Bukit Plawangan di bagian selatan, yang terbentuk dari lava basaltik. Merapi Pertengahan (8.000–2.000 tahun lalu), ditandai dengan terbentuknya puncak-puncak tinggi, seperti Bukit Gajahmungkur dan Batulawang, yang tersusun dari lava andesit. Proses pembentukan pada masa ini ditandai dengan aliran lava, breksiasi lava, dan awan panas. Aktivitas Merapi telah bersifat erupsi efusif (lelehan) dan eksplosif. Diperkirakan juga terjadi letusan eksplosif dengan runtuh material ke arah barat yang meninggalkan morfologi tapal kuda dengan panjang 7 km dan lebar 1–2 km dengan beberapa bukit di lereng barat. Kawah Pasarbubar (atau Pasarbubrah) diperkirakan terbentuk pada masa ini.

Merapi sekarang, dengan Puncak Anyar, mulai terbentuk sekitar 2000 tahun yang lalu. Karakteristik letusan sejak 1953 adalah desakan lava ke puncak kawah disertai dengan runtuhnya kubah lava secara

periodik dan pembentukan awan panas (*nuée ardente*) yang dapat meluncur di lereng gunung atau vertikal ke atas. Letusan tipe Merapi ini secara umum tidak mengeluarkan suara ledakan, melainkan desisan. Kubah puncak yang ada sampai 2010 adalah hasil proses yang berlangsung sejak letusan gas 1969. Pakar geologi pada 2006 mendeteksi adanya ruang raksasa di bawah Merapi berisi material seperti lumpur yang secara “signifikan menghambat gelombang getaran gempa bumi”. Para ilmuwan memperkirakan material itu adalah magma. Kantong magma ini merupakan bagian dari formasi yang terbentuk akibat menghunjamnya Lempeng Indo-Australia ke bawah Lempeng Eurasia.

Puncak Merapi pada 1930

Letusan-letusan kecil terjadi setiap 2–3 tahun, dan yang lebih besar sekitar 10–15 tahun sekali. Letusan Merapi yang dampaknya besar tercatat pada 1006 (dugaan), 1786, 1822, 1872, dan 1930. Letusan pada 1006 membuat seluruh bagian tengah Pulau Jawa diselubungi abu. Berdasarkan pengamatan timbunan debu vulkanik, ahli geologi Belanda, van Bemmelen, berteori bahwa letusan tersebut membuat pusat Kerajaan Medang (Mataram Kuno) harus berpindah ke Jawa Timur. Letusan pada 1872 dianggap sebagai letusan terkuat dalam catatan geologi modern dengan skala VEI mencapai 3–4. Letusan terbaru, yakni pada 2010, diperkirakan juga memiliki kekuatan yang mendekati atau sama. Letusan pada 1930, yang menghancurkan 13 desa dan menewaskan 1.400 orang, merupakan letusan dengan catatan korban terbesar hingga sekarang. Letusan pada November 1994 menyebabkan luncuran awan panas ke bawah hingga menjangkau beberapa desa dan memakan korban 60 jiwa manusia. Kemudian, letusan pada 19 Juli 1998 cukup besar, tetapi mengarah ke atas sehingga tidak memakan korban jiwa. Catatan letusan terakhir gunung ini adalah pada 2001–2003, yakni berupa aktivitas tinggi yang berlangsung terus-menerus. Pada 2006, Gunung

Merapi kembali mengalami aktivitas tinggi dan sempat menelan dua nyawa sukarelawan di kawasan Kaliadem karena terkena terjangan awan panas. Rangkaian letusan pada Oktober dan November 2010 dievaluasi sebagai yang terbesar sejak letusan 1872 dan memakan korban nyawa 273 orang (per 17 November 2010) meskipun telah diberlakukan pengamatan yang intensif dan persiapan manajemen pengungsian. Letusan pada 2010 juga teramati sebagai penyimpangan dari letusan “tipe Merapi” karena bersifat eksplosif yang disertai suara ledakan dan gemuruh yang terdengar hingga jarak 20–30 km.

Gunung Merapi dimonitor nonstop oleh Pusat Pengamatan Gunung Merapi di Kota Yogyakarta, dibantu berbagai instrumen geofisika telemetri di sekitar puncak gunung serta sejumlah pos pengamatan visual dan pencatat kegempaan di Ngepos (Srumbung), Babadan, dan Kaliurang. Untuk menampung semua informasi, telah didirikan Museum Gunung Merapi sebagai wahana edukasi konservasi yang berkelanjutan serta pengembangan ilmu kebencanaan gunung api, gempa bumi, dan bencana alam lainnya. Juga sebagai sebuah wahana wisata lokal baru yang berada di kawasan lereng Merapi.

Museum Gunung Merapi

Museum ini terletak di Dusun Banteng, Desa Hargobinangun, Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman. Bangunan museum yang berbentuk limasan segitiga tidak beraturan dibangun sesuai dengan filosofi bangunan Jawa (Yogyakarta) serta wilayah Gunung Merapi yang berwujud kombinasi teknologi dan budaya disesuaikan dengan aturan adat (pakem) mengikuti garis lurus. Terdiri atas rangkaian Gunung Merapi, Tugu Yogyakarta, Keraton Yogyakarta, dan laut selatan.

1. Miniatur Gunung Merapi

Pengunjung yang datang ke museum dapat menikmati dan melihat secara langsung panorama Gunung Merapi. Museum ini diperuntukkan untuk edukasi mengenai sejarah gunung-gunung di dunia dan

dikhususkan juga untuk sejarah Gunung Merapi. Dirancang untuk menjadi pusat informasi, penelitian, pendidikan, dan wisata tentang kegunungapian di seluruh dunia secara umum dan Gunung Merapi secara khusus, museum ini layak dikunjungi. Para pelajar dari berbagai jenjang pendidikan sangat disarankan untuk mengunjungi museum ini karena terdapat begitu banyak informasi yang disajikan disertai visualisasinya. Hal ini membuat proses pembelajaran kegunungapian menjadi menarik dan tidak membosankan. Peraga yang terdapat di museum berupa miniatur Gunung Merapi, proses dan aktivitas Gunung Merapi, gempa bumi dan tsunami serta gunung api di beberapa tempat.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 72. Bangunan Museum dari Arah Depan (a) dan Diorama Miniatur Gunung Merapi (b, c, d)

2. Proses dan aktivitas Gunung Merapi

Pada bagian ini pengunjung dapat melihat proses pergerakan magma dari dalam bumi hingga keluarnya magma yang menghasilkan erupsi gunung yang eksplosif (letusan) maupun efusif (keluarnya lava). Dampak dari aktivitas G. Merapi juga dapat disaksikan dalam bentuk sisa-sisa kerusakan rumah maupun hutan.

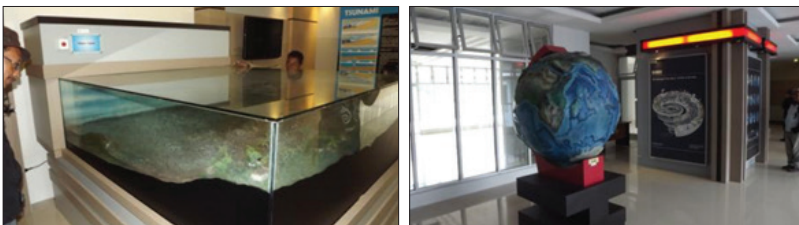


Sumber: Ansori, 2012

Gambar 73. Gambaran Proses dan Aktivitas Gunung Merapi

3. Gempa bumi dan tsunami

Pada bagian ini pengunjung dapat melihat dan memainkan model peraga mekanisme proses terjadinya gempa bumi dan tsunami. Gempa bumi dan tsunami merupakan bencana alam geologi yang saling berkaitan sehingga dengan memahami mekanismenya maka kita akan menjadi lebih waspada dan tanggap jenis gempa bumi yang menghasilkan tsunami.



Sumber: Widiyanto, 2012

Gambar 74. Peraga Mekanisme Bencana Tsunami dan Gempa Bumi

4. Gunung api di beberapa tempat lainnya

Pada bagian ini dapat dilihat berbagai tipe jenis gunung api yang terbentuk di berbagai daerah di Indonesia maupun tempat lain di luar negeri. Tipe-tipe gunung api meliputi tipe strato, tipe merapi, tipe hawaii, tipe strombolian, tipe st.vincent dan tipe pelee. Gunung Merapi merupakan tipe gunung api tersendiri karena pembentukan kubah lava yang kemudian diikuti oleh guguran dan aliran lava. Proses aktivitas G. Merapi ini menandakan adanya magma kental dengan dapur magma yang dalam serta tekanan gas yang lemah.



Sumber: Hastria, 2012

Gambar 75. Model Struktur Gunung Api di Beberapa Lokasi

Wisata Kaliadem

Jika kita berbicara tentang Gunung Merapi pasti tidak akan lepas dengan tokoh *Mbah Maridjan* sebagai juru kunci gunung tersebut. Akibat erupsi Merapi pada 2010, tokoh legendaris ini telah meninggal terkena awan panas bersama penduduk di sekitarnya yang berada di Kinahrejo, Cangkring, Sleman. Lokasi wisata berada di sebelah timur Kaliurang, yang banyak diminati turis, baik asing maupun domestik, karena ingin melihat secara langsung bekas aliran lahar hasil erupsi pada 2010. Pada erupsi 2006, Kaliadem merupakan lokasi terjauh terjangkau lahar dan awan panas (*wedhus gembel*). Desa-desa di sekitar Kaliadem, seperti Kinahrejo (tempat tinggal *Mbah Maridjan*, juru kunci Merapi), selamat dari bencana letusan tersebut pada erupsi 2006, tetapi hancur pada erupsi 2010.

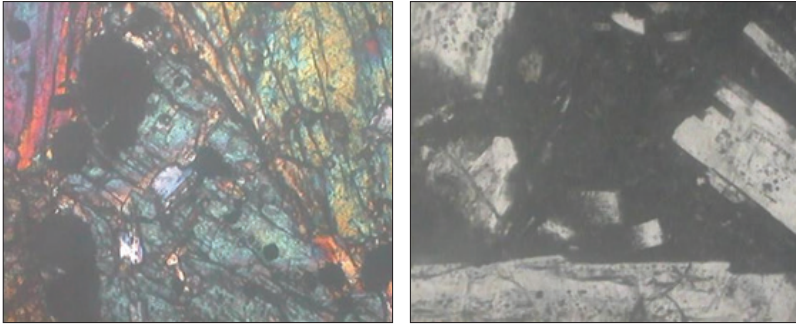


Sumber: Hastria, 2012

Gambar 76. Bekas awan panas bercampur dengan lahar dan lava serta menutupi aliran Sungai Gendol. Untuk mencapai lokasi ini harus ditempuh dengan berjalan kaki. Bekas lokasi aliran awan panas terlihat gersang, sedangkan yang tidak terlewati terlihat hijau.

Ribuan kubik pasir-batu yang menimbun kawasan Kaliadem ini telah mengubah wajah Kaliadem dari bumi perkemahan yang hijau menjadi hamparan tanah gersang yang sangat luas. Kawasan yang tertimbun bekas lahar Merapi tersebut kemudian diresmikan sebagai objek wisata dengan nama Lava Tour Kaliadem (Gambar 78). Wisatawan domestik ataupun mancanegara dapat mengunjungi objek wisata ini untuk melihat secara langsung material bekas letusan Merapi dan bunker tempat perlindungan dua relawan yang tewas.

Kawasan Kaliadem merupakan dataran tinggi di sebelah selatan Merapi. Dari kawasan ini, wisatawan dapat menyaksikan puncak Merapi yang menjulang tinggi dengan jarak pandang sekitar 2



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 77. Foto mikroskop lava andesit piroksin Kaliadem tersusun oleh piroksin, opak, dan plagioklas dalam masa dasar mikrolit *feldspar*.

kilometer. Pesona keagungan gunung setinggi 2.965 meter di atas permukaan laut (mdpl) ini dihiasi oleh asap sulfatara yang tak pernah berhenti mengepul dari mulut kawahnya, memperlihatkan bahwa gunung ini tak pernah berhenti beraktivitas.

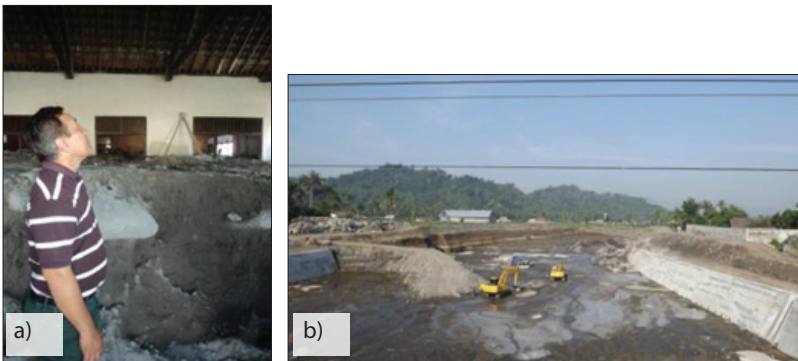
Selain menyaksikan indahnya puncak Merapi, wisatawan yang berkunjung pada siang hari dapat menyaksikan bukti-bukti geologis letusan Merapi pada 2010, yakni hamparan pasir-batu yang merupakan material letusan. Kawasan gersang yang hanya ditumbuhi semak dan perdu ini tampak bertolak belakang dengan vegetasi hijau pada bukit-bukit di sekitarnya. Sebelum terjadinya erupsi, bumi perkemahan Kaliadem dilengkapi dengan fasilitas musala, toilet, warung-warung permanen, gardu pandang, *basecamp* pendakian Merapi, dan area perkemahan. Kini bangunan-bangunan tersebut telah tertimbun dan hanya menyisakan bagian atas bangunan berupa tembok-tembok yang telah hancur.

Selain kunjungan pada siang hari, kunjungan pada malam hari tak kalah menarik. Pada malam hari, wisatawan dapat menyaksikan lelehan lava pijar yang menuruni kubah lava. Pemandangan lelehan lava pijar berwarna merah menyala tersebut tentu saja kontras dengan pekatnya malam. Tetapi jangan lupa, jika berkunjung pada malam



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 78. Jalan Menuju Objek Wisata Kaliadem dan Catatan Korban Erupsi Merapi 2010



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 79. (a) Aliran Lahar Merapi Masuk ke Rumah Penduduk di Sebelah Utara Jembatan; (b) Pelurusan Aliran Sungai Kaliputih

hari, wisatawan sebaiknya mengenakan pakaian hangat karena udara malam di kawasan ini sangat dingin.

Kaliadem terletak sekitar 35 kilometer sebelah utara Kota Yogyakarta. Hingga saat ini, tidak ada transportasi umum yang melayani perjalanan langsung dari Yogyakarta menuju Kaliadem. Transportasi yang ada hanya bus atau mobil yang melayani rute Yogyakarta-Kaliurang. Oleh sebab itu, wisatawan yang hendak mengunjungi Kaliadem ataupun objek-objek wisata lainnya di lereng Gunung Merapi disarankan untuk menggunakan kendaraan pribadi atau kendaraan sewaan. Dengan cara ini, wisatawan dapat mengun-

jungi tidak hanya Lava Tour Kaliadem, tetapi juga objek-objek wisata lainnya dengan lebih mudah. Lokasi bekas erupsi Merapi dan bekas perkampungan *Mbah* Maridjan dapat ditempuh dengan berjalan kaki atau menggunakan motor *trail* yang disewakan. Di sini juga banyak terdapat rumah makan sederhana dengan berbagai makanan khas dan penjualan VCD erupsi Merapi terakhir.

Ketep Pass

Ketep Pass (Gambar 80) merupakan objek wisata gardu pandang Gunung Merapi dari arah utara. Lokasinya berada di Sawangan, sekitar 17 km di sebelah timur Kota Blabak, Muntilan, Magelang. Jika cuaca bagus, dapat dilihat morfologi Gunung Merapi di sebelah selatan yang membentuk kubah meruncing dan gersang di bagian puncaknya, sedangkan Gunung Merbabu yang berada di sebelah utara terlihat lebih datar dan hijau di puncaknya. Di antara endapan vulkanik Merapi dan Merbabu, terdapat lembah memanjang dengan aliran Sungai Jurangjero di tengahnya. Di samping itu, bisa diamati morfologi Gunung Sindoro, Sumbing, dan Slamet. Jika cuaca tidak bersahabat, Gunung Merapi ataupun Gunung Merbabu yang dekat tidak bisa terlihat. Di sini, terdapat beberapa lokasi gardu pandang yang dilengkapi teropong, museum, dan bioskop mini. Di museum, terdapat diorama Gunung Merapi dan foto-foto aktivitas gunung yang disertai dengan batuan vulkanik yang dihasilkan serta peraga interaktif menggunakan komputer. Terdapat bioskop mini dengan kapasitas 78 kursi. Bioskop ini menyajikan film berupa sejarah dari Gunung Merapi yang meliputi peristiwa terbentuknya Gunung Merapi, jalur-jalur pendakian, penelitian di puncak Garuda, letusan dahsyat Gunung Merapi, dan berbagai peristiwa yang terjadi dalam rentetan waktu tertentu. Durasi film ini hanya sekitar 25 menit. Jalan menuju Ketep Pass naik dan berkelak-kelok dengan kondisi yang baik. Di sekitarnya, biasanya terlihat penduduk sedang melakukan aktivitas pertanian. Ladang tomat, cabai, kentang, dan kubis menjadi

pemandangan yang menarik dengan kondisi udara yang dingin. Cuaca di Ketep Pass sering berkabut dengan suhu udara sekitar 18–20°C.

Ketep Pass ini memiliki beberapa fungsi, yaitu:

- 1) Sebagai sarana dokumentasi, telah disediakan film dokumenter yang diputar di dalam bioskop mini.
- 2) Sebagai sarana peragaan, sarana ini disediakan melalui media komputer yang berada di dalam Volcano Centre.
- 3) Sebagai sarana edukasi, telah disediakan Volcano Centre dan Volcano Theatre.
- 4) Sebagai sarana penelitian, terutama sebagai lokasi pengamatan aktivitas Gunung Merapi.
- 5) Sebagai sarana rekreasi, tersedia gardu pandang dan pelataran Panca Arga.



Sumber: Hastria, 2012

Gambar 80. Kondisi Lingkungan di Sekitar Ketep Pass dan Fasilitas yang Tersedia

D. GUNUNG API PURBA NGLANGGRAN

Lokasinya berada di kawasan Gunung Batur Agung di sebelah utara Kabupaten Gunungkidul dengan ketinggian 200–700 mdpl, Desa Nglanggran, Kecamatan Patuk, Gunungkidul. Litologinya tersusun oleh material vulkanik tua dan bentang alamnya memiliki keindahan yang secara geologi sangat unik serta bernilai ilmiah tinggi. Dari hasil penelitian dan referensi yang ada, Gunung Nglanggran merupakan bekas gunung api purba, berumur sekitar 60 juta tahun. Gunung Nglanggran merupakan gunung api purba yang memiliki dua puncak, yakni puncak barat dan puncak timur serta sebuah kaldera di tengahnya (Gambar 81). Saat ini, Gunung Nglanggran berupa deretan gunung batu raksasa dengan pemandangan eksotik. Keberadaan gunung ini terbentuk jauh sebelum terbentuknya Gunung Merapi di Kabupaten Sleman.

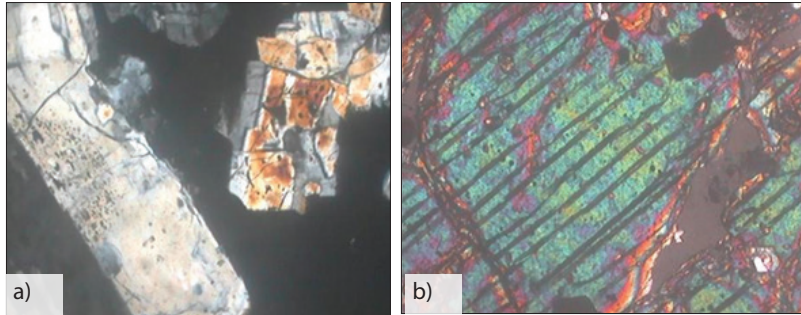


Sumber: Ansori, 2012

Gambar 81. Morfologi Gunung Api Purba Nglanggran dengan Kenampakan Bekas Kepundan yang Menjulang Tinggi

Lokasi tipe Formasi Nglanggran berada di Desa Nglanggran, sebelah selatan Desa Semilir. Batuan penyusunnya terdiri atas breksi gunung api, aglomerat, tuf, dan aliran lava andesit-basal serta lava andesit. Breksi gunung api dan aglomerat yang mendominasi formasi ini umumnya tidak berlapis. Kepingannya terdiri atas andesit dan sedikit basal, berukuran 2–50 cm. Di bagian tengah formasi, ditemukan batu gamping terumbu pada breksi gunung api, membentuk lensa atau berupa kepingan. Secara setempat, formasi ini disisipi oleh batu pasir gunung api epiklastika dan tuf yang berlapis baik. Pada umumnya Formasi Nglanggran miskin fosil. Sudarminto (1982) dalam Bronto dan Hartono (2001) menemukan fosil foraminifera *Globigerina praebulloides* Blow, *Globigerinoides primordius* Blow dan Banner, *Globigerinoides sacculifer* Brady serta *Globoquadrina dehiscens* Chapman, Parr, dan Collins pada sisipan batu lempung yang menunjukkan umur miosen awal. Fosil foraminifera *Globorotalia praemenardii* Cushman dan Lisor, *Globorotalia archeomenardii* Bolli, *Orbulina suturalis* Bronnimann, *Orbulina universa* D'orbigny serta *Globigerinoides trilobus* Reuss ditemukan pada sisipan batu pasir yang menunjukkan umur miosen tengah bagian bawah (Saleh, 1977, dalam Bronto dan Hartono, 2001).

Berdasarkan data fosil yang ada, disimpulkan bahwa umur formasi ini adalah miosen awal–miosen tengah bagian bawah. Formasi ini juga tersebar luas dan memanjang dari Parangtritis di sebelah barat hingga tinggian Gunung Panggung di sebelah timur. Ketebalan formasi ini di dekat Nglipar sekitar 530 meter. Formasi ini menjemari dengan Formasi Semilir dan Formasi Sambipitu serta secara tidak selaras ditindih oleh Formasi Oyo dan Formasi Wonosari. Dengan banyaknya fragmen andesit dan batuan beku luar berlubang serta mengalami oksidasi kuat berwarna merah bata, diperkirakan lingkungan asal batuan gunung api ini adalah darat hingga laut dangkal. Sementara itu, dengan ditemukannya fragmen batu gamping terumbu, lingkungan pengendapan Formasi Nglanggran ini diperkirakan di dalam laut.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 82. Andesit piroksin dari Nglanggran, tekstur intersertal tersusun oleh kristal plagioklas diantara gelas vulkanik (a) dan mineral minor piroksin yang terbentuk (b).

2. Sumber Air Comberan

Sebuah mata air yang tidak pernah mengalami kekeringan di puncak Gunung Nglanggran. Air di sumber air Comberan diyakini dapat membuat awet muda jika digunakan untuk mencuci muka.

3. Gunung Gedhe

Sesuai dengan sebutannya, Gunung Gedhe adalah gunung terbesar di antara gunung-gunung lain. Merupakan puncak tertinggi dari Gunung Nglanggran, para pendaki sering menggunakan tempat ini untuk beristirahat dan berkemah.

4. Gunung Bongos

Tempat untuk meletakkan *blencong* (obor), dan gunung tersebut berwarna hitam menyerupai arang.

5. Gunung Blencong

Gunung ini menyerupai *blencong* dan sebagai penerangan/lampu Kyai Ongko Wijoyo saat berkumpul dengan Punakawan.

6. Gunung Buchu

Bentuknya yang tinggi dan runcing, digunakan untuk panjat tebing oleh pencinta alam. Sampai saat ini, pendaki yang berhasil menaklukkan masih bisa terhitung dengan jari. Baru tiga tim pendaki yang sukses menancapkan bendera di puncak Gunung Buchu.

7. Tlogo Wungu

Konon, hanya orang-orang tertentu yang dapat mengetahui keberadaan tempat ini. Orang yang benar-benar bersih dan menjalankan “prihatin” akan mengetahui Tlogo Wungu tersebut terletak di sebelah ujung timur Gunung Nglanggran. Konon tempat ini merupakan tempat pemandian *widodari*. Jika bisa melihat keberadaan tlogo tersebut akan mendapat *tlundak* dan *canthing* emas.

8. Tlogo Mardhido

Sebagai tempat pemandian *jaran sembrani* tunggangan *widodari*. Konon terdapat bekas tapak kuda sembrani yang membekas pada batu.

9. Talang Kencono

Sebagai talang air dari Tlogo Mardhido sampai Jimatan Kota Gedhe Yogyakarta.

10. Pemean Gadhung

Menurut mitos, tempat ini dinamai Pemean Gadhung karena batang *gadhung* tersebut ujungnya sampai di puncak Gunung Merapi. Tempat ini sekarang dihuni banyak monyet, kelelawar, dan ular.

E. CANDI SAMBISARI

Terletak di Desa Sambisari, Kelurahan Purwomartani, kira-kira 12 km dari pusat kota Yogyakarta. Sambisari adalah nama sebuah daerah dengan area persawahan yang subur di Daerah Istimewa Yogyakarta, tempat candi itu berada. Candi Sambisari ditemukan sekitar 1966,

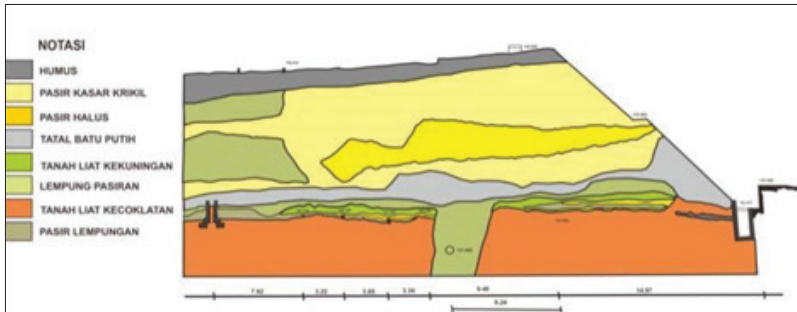


Sumber: Ansori, 2012

Gambar 83. Kompleks Candi Sambisari berada 6,5 m di bawah permukaan tanah.

ketika seorang petani dengan tidak sengaja telah membenturkan cangkulnya pada puncak candi yang terbenam di tanah peladangannya. Namun, dia sempat keheranan saat cangkulnya menyentuh benda keras berupa batu-batu berukir yang diduga merupakan bagian dari reruntuhan sebuah candi.

Karyoinangun, penemu kompleks candi itu, yang kemudian diberi nama Sambisari sesuai dengan nama daerah ditemukannya candi tersebut. Dimulailah proses penyusunan kembali reruntuhan kompleks candi yang runtuh karena guncangan dan terpendam material letusan Gunung Merapi. Pada 1987, pemugaran dan rekonstruksi ulang terhadap kompleks candi dapat diselesaikan dengan posisi candi pada kedalaman 6,5 meter dari permukaan tanah di sekitarnya. Candi Sambisari disebut sebagai candi bawah tanah karena posisi awal ditemukannya berada di bawah tanah hasil erupsi Gunung Merapi.



Sumber: Widiyanto, 2012

Gambar 84. Stratigrafi di Candi Sambisari

Berdasarkan pada penelitian geologis terhadap batuan candi dan tanah yang telah menimbunnya selama ini, candi setinggi 6,5 m ini telah terbenam oleh material Gunung Merapi dalam letusan yang hebat pada 1006, yang mengarah ke Selatan sehingga merusak Kerajaan Mataram Kuno. Berdasarkan pada penelitian, tanah yang menutup candi tersusun oleh humus, pasir kerakal-kerikil, pasir halus, tatal batu putih, tanah liat kekuningan, lempung pasiran, tanah liat kecoklatan dan pasir lempungan. Tanah yang terbentuk diperkirakan merupakan tanah hasil pelapukan abu dan pasir vulkanik (Gambar 84).

Candi Sambisari merupakan candi Hindu dari abad ke-10, yang diperkirakan dibangun oleh seorang raja dari dinasti Sanjaya, dengan patung Siwa sebagai mahaguru yang menempati bilik utamanya. Lokasi kompleks Candi Sambisari berdekatan dengan bangunan Candi Prambanan, Kalasan, dan Sari. Lokasi Candi Sambisari berjarak sekitar 5 km dari kompleks Candi Prambanan ke arah barat atau sekitar 14 km dari pusat kota Yogyakarta ke arah timur.

Candi Sambisari, yang merupakan candi Hindu beraliran Syiwaistis dari abad ke-10 dari keluarga Syailendra, berada di wilayah Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Saat penggalian kompleks Candi Sambisari, juga ditemukan benda-benda bersejarah lainnya, misalnya perhiasan, tembikar, dan prasasti lem-

pengan emas. Dari penemuan tersebut, dapat diperkirakan bahwa Candi Sambisari dibangun pada 812–838 M saat pemerintahan Raja Rakai Garung dari Kerajaan Mataram Hindu (Mataram Kuno). Bagian bawah candi berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 13,65 x 13,65 m. Sementara itu, badan candi berukuran 5 x 5 m. Selain candi induk tersebut, di depan candi ada tiga buah candi perwara atau candi pendamping. Ukuran dasarnya 4,8 x 4,8 m dengan tinggi 5 meter. Namun, candi-candi perwara itu belum dipugar sempurna. Adapun di seputar candi terdapat pagar tembok batu putih berukuran 50 x 48 m.

Keunikan Candi

- 1) Terletak 6,5 meter di bawah permukaan tanah sehingga sering disebut sebagai candi bawah tanah. Sebagian ahli arkeologi memperkirakan bahwa dulunya situs candi berada di atas permukaan tanah, seperti halnya candi-candi yang lainnya.
- 2) Candi ini dibangun pada abad ke-10. Akibat letusan Gunung Merapi pada 1006, daerah di sekitar ini tertutup oleh material vulkanik yang berasal dari gunung berapi.
- 3) Bangunan utama candi memiliki ketinggian 7,5 meter, bagian bawah candi berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 13,65 x 13,65 m serta badan candi berukuran 5 x 5 m.
- 4) Diperkirakan, kompleks candi bisa lebih luas jika diadakan penggalian lebih lanjut. Pintu masuk ke dalam kompleks Candi Sambisari terdapat di keempat sisi bujur sangkar dengan menuruni tangga.

F. DATARAN TINGGI DIENG

Kompleks Dieng terletak pada ketinggian 2.565 mdpl yang meliputi Kabupaten Wonosobo, Banjarnegara, dan Pekalongan. Dataran tinggi Dieng (Gambar 85) termasuk kawasan vulkanik aktif hasil aktivitas gunung api raksasa dengan beberapa kepundan kawah. Sesungguhnya

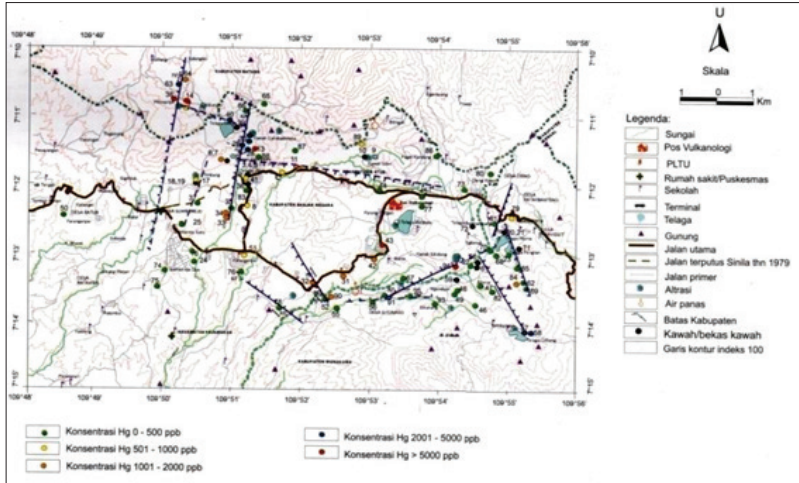


Sumber: Google Earth, 2012

Gambar 85. Morfologi Kompleks Pegunungan Dieng, (1) Telaga Warna; (2) Telaga Pengilon; (3) Kawah Sikidang; (4) Gunung Pangonan; (5) Telaga Merdada

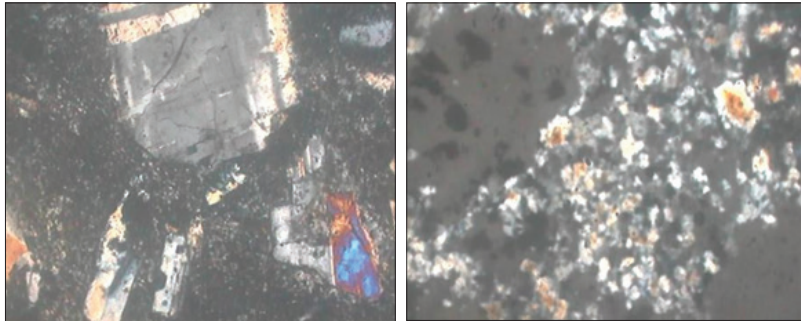
dataran tinggi Dieng adalah kaldera dengan gunung-gunung di sekitarnya sebagai tepinya. Terdapat banyak kawah sebagai tempat keluarnya gas, uap air, dan berbagai material vulkanik lainnya. Di kompleks Dieng, terdapat 26 kawah, delapan di antaranya merupakan kawah aktif. Aktivitas kawah ini termanifestasi dengan munculnya *fumarol*, *mofet*, *solfatar*, dan lumpur panas. Letusan di Dieng dicirikan oleh letusan tipe preatik, yaitu letusan yang dipicu dan diikuti oleh air panas. Keadaan ini sangat berbahaya bagi penduduk yang menghuni wilayah itu, terbukti dengan adanya bencana letusan gas Kawah Sinila 1979. Tidak hanya gas beracun, tapi juga dapat dimungkinkan terjadi gempa bumi, letusan lumpur, tanah longsor, dan banjir. Selain kawah, terdapat pula danau-danau vulkanik yang berisi air bercampur belerang sehingga memiliki warna khas kuning-kehijauan.

Kompleks Dieng, menurut Bemmelen (1949), mengalami longsor pada akhir plistosen. Longsor ini menyertai aktivitas vulkanik sepanjang arah lipatan barat-timur. Kompleks Dieng dibatasi oleh Gunung Prahau (gunung tertua) di bagian barat dan kaldera mangunan di sebelah timur. Batuan pada kompleks Dieng dapat



Sumber: Andreastuti dkk., 2007

Gambar 86. Struktur sesar turun dan naik terbentuk mengitari dataran tinggi Dieng serta puncak-puncak gunung di sekitarnya.



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 87. Foto mikroskop andesit Sikidang tersusun oleh kristal plagioklas yang sebagian berubah.

dibagi menjadi tiga sumber, yaitu Dieng Tua, Dieng Dewasa, dan Dieng Muda (Sukhyar dkk., 1986 dalam Andreastuti dkk., 2007). Batuan pada kompleks Dieng umumnya berupa lava andesit, endapan preatik, dan jatuhnya piroklastik. Struktur geologi (Gambar 86) yang berkembang berupa sesar normal, sesar naik, graben, dan kaldera.

Letusan di kompleks Dieng umumnya diawali oleh gempa bumi, yang kemudian diikuti oleh letusan preatik atau terkadang disertai letusan eksplosif. Endapan tertua di kompleks Dieng berumur 6.590 tahun lalu, berasal dari produk Gunung Sikunang (Simkin & Siebert, 1994 dalam Andreastuti dkk., 2007).

Letusan yang memakan korban terbesar adalah letusan preatik Kawah Sinila dan Sigludug, yang didahului oleh tiga kali gempa. Gempa ini memicu terbukanya tanah dan terjadinya letusan yang diikuti oleh keluarnya gas beracun (CO_2 , HF, SO_2) sehingga menimbulkan korban jiwa sebanyak 149 orang. Gas CO_2 , tidak berwarna, lebih berat dari udara sehingga gerakannya mengikuti lembah. SO_2 dapat menyebabkan hujan asam yang bersifat sangat korosif. Senyawa HF terbawa oleh debu vulkanik yang dapat mengontaminasi tumbuhan dan hewan sehingga menyebabkan gangguan pencernaan.

Secara biologi, aktivitas vulkanik Dieng menarik karena di sana ditemukan bakteri termofilik (“suka panas”) pada air panas di dekat kawah, yang dapat dipakai untuk menyingkap kehidupan awal di bumi. Ketinggian rata-rata adalah sekitar 2.000 m di atas permukaan laut. Suhu berkisar 15–20°C di siang hari dan 10°C di malam hari. Pada musim kemarau (Juli dan Agustus), suhu udara dapat mencapai 0°C di pagi hari dan memunculkan embun beku yang disebut oleh penduduk setempat sebagai *bun upas* (“embun racun”) karena menyebabkan kerusakan pada tanaman pertanian. Dataran tinggi Dieng terletak di sebelah barat Kabupaten Wonosobo dan sebelah utara Kabupaten Banjarnegara. Dataran tinggi ini terletak pada ketinggian sekitar 2.093 mdpl. Dataran tinggi Dieng merupakan dataran tinggi yang terluas di Pulau Jawa.

Kawah-kawah

Pada dataran tinggi Dieng, terdapat delapan kawah aktif yang aktivitasnya selalu dipantau oleh pos pengamatan vulkanologi di

Dieng. Pengamatan pada setiap gunung berbeda-beda tergantung pada karakter gunung apinya. Aktivitas vulkanik kompleks Dieng selalu diawali oleh gempa yang diikuti oleh letusan preatik yang mengandung gas beracun sehingga pengamatannya mencakup karakteristik dan sebaran gas beracun, pemantauan sifat kegempaan, suhu kawah, serta suhu tanah dan udara. Kawah aktif (Gambar 88) di kawasan ini meliputi Kawah Candradimuka, Sikidang, Sibanteng, Siglagah, Sikendang (berpotensi gas beracun), Sileri, Sinila (potensi gas beracun), dan Kawah Timbang (potensi gas beracun).

Kawah Sikidang

Kawah ini merupakan salah satu kawah yang paling sering dikunjungi karena akses menuju tempat ini cukup mudah. Kawah ini berada di wilayah Kabupaten Banjarnegara. Sikidang merupakan kawah *solfatar* dengan terbentuknya kolam lumpur pada bagian tengahnya. Batuan pada sekitar kawah terlihat teralterasi (terubah) akibat panas yang keluar sehingga berwarna keputihan dan kemerahan. Di samping



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 88. (a) Kawah Sikidang dengan Daerah Alterasi Batuan yang Luas; (b) Alterasi Argilik pada Batuan Beku Andesitik; (c) Gas yang Keluar dari Kawah; (d) PLTU Dieng

itu, pada beberapa bagian juga terkonsentrasi endapan belerang yang berwarna kuning. Kawah ini dinamakan Sikidang karena tempat keluarnya gas sering berpindah seperti layaknya *kidang* (kijang). Secara geologis, Kawah Sikidang berada pada daerah patahan turun berarah timur laut-barat daya yang membentuk graben di sebelah utaranya. Tempat keluarnya gas sering berpindah mengikuti jalur aktifnya patahan. Di sebelah selatan kawah, terdapat ladang geotermal Dieng yang memanfaatkan uap air panas yang keluar untuk pembangkit listrik.

Kawah Sibanteng

Kawah ini berada di Desa Dieng Kulon dan pernah meletus pada 2003 dan 2009 berupa letusan preatik yang mengeluarkan gas bercampur air dan material lumpur. Letusan tersebut menyebabkan penutupan kawasan wisata dan terbentuknya lumpur yang membendung Kawah Putih, anak Sungai Serayu.

Kawah Sileri

Merupakan kawah yang paling sering meletus (1944, 1964, 1984, Juli 2003, dan September 2009). Pada aktivitas freatik terakhir (26 September 2009), muncul tiga celah kawah baru disertai dengan pancaran material setinggi 200 meter. Kawah Sileri merupakan kawah yang terluas di dataran tinggi Dieng dan merupakan kawasan yang masih berbahaya karena pernah meletus dua kali. Oleh karena itu, kawah ini hanya boleh dilihat dari jarak yang cukup jauh sekitar beberapa ratus meter.

Kawah Sinila

Merupakan kawah yang sangat terkenal karena banyaknya korban jiwa yang timbul dalam letusan pada 20 Februari 1979. Letusan ini diawali oleh gempa vulkanik yang menyebabkan warga panik dan berlarian keluar rumah, tetapi mereka terperangkap oleh gas beracun karbon

dioksida yang keluar dari Kawah Timbang. Keluarnya gas dari Kawah Timbang terjadi karena terpicu letusan Kawah Sinila,

Kawah Timbang

Kawah Timbang adalah kawah yang terletak di dekat Sinila dan beraktivitas sedang. Meskipun kurang aktif, kawah ini merupakan sumber gas CO₂ berkonsentrasi tinggi yang memakan ratusan korban pada 1979. Kawah ini terakhir kali tercatat mengalami kenaikan aktivitas pada Mei 2011 dengan menyemburkan asap putih setinggi 20 meter, mengeluarkan CO₂ dalam konsentrasi melebihi ambang aman (1.000 ppm—konsentrasi normal di udara mendekati 400 ppm) dan memunculkan gempa vulkanik. Pada 31 Mei 2011 pagi, kawah ini kembali melepaskan gas CO₂ hingga mencapai 1% (100.000 ppm) disertai dengan gempa tremor. Akibatnya, semua aktivitas dalam radius 1 km dilarang dilakukan, dan warga Dusun Simbar serta Dusun Serang diungsikan.

Danau Vulkanik

Merupakan bekas kawah yang tidak terlalu aktif lagi dan terisi oleh air hujan. Karena masih ada gas yang keluar dan adanya ganggang serta bakteri yang hidup, air telaga ini menjadi berwarna. Di kawasan Dieng, terdapat Telaga Warna, Telaga Pengilon, Telaga Merdada, Telaga Cebong, Telaga Dringo, dan Telaga Nila.

Telaga Warna dan Pengilon

Merupakan dua buah telaga yang berdekatan di Kabupaten Wonosobo, Telaga Warna di bagian barat, sedangkan Telaga Pengilon di bagian timur. Kedua telaga ini berada pada daerah depresi di antara dua patahan turun berarah tenggara-barat laut pada batuan lava andesit yang sering membentuk gua, seperti Gua Semar, Gua Sumur, dan Gua Jaran, yang digunakan sebagai tempat bersemadi. Telaga warna merupakan telaga yang dapat memantulkan air berwarna-warni



Sumber: Ansori, 2012

Gambar 89. (a) Pintu Masuk Objek; (b) Gradasi Warna Merah-Biru di Telaga Warna; (c) Lava Andesitik yang Membentuk Kekar Tiang; (d) Carica dan Purwaceng, Makanan Khas Dieng

karena pengaruh ganggang dan belerang yang terdapat di dasar telaga tersebut. Warna yang dipantulkan adalah warna merah, hijau, dan biru dalam satu danau. Warna merah dipantulkan dari ganggang merah yang terdapat di dasar telaga, sedangkan warna hijau memantul karena pengaruh dari belerang yang keluar dari telaga. Adapun warna biru dipengaruhi oleh gradasi dari sinar matahari. Di dekat Telaga Warna, terdapat Telaga Pengilon. Disebut Pengilon karena air danau ini sangat jernih sehingga dapat memantulkan benda-benda di sekitarnya seperti cermin. Namun, karena pada saat penelitian hujan deras dan telaga sudah banyak tertutup rumput, air di danau ini kelihatan keruh lantaran banyak lumpur yang masuk.

Peninggalan Purba

Pada kawasan Dieng, terdapat juga peninggalan purba (Gambar 90) berupa kompleks Candi Arjuna, yang merupakan candi Hindu dan didirikan pada abad ke-17. Candi yang lain adalah Candi Gatotkaca,

Candi Bima, Candi Semar, Candi Sembadra, Candi Srikandi, Candi Setyaki, Gangsiran Aswatama, dan Candi Dwarawati. Selain kompleks percandian, terdapat Museum Kailasa. Museum ini menyimpan artefak dan memberikan informasi tentang alam (geologi, flora-fauna), masyarakat Dieng (keseharian, pertanian, kepercayaan, kesenian) serta warisan arkeologi dari Dieng. Memiliki teater untuk melihat film (saat ini tentang arkeologi Dieng), panggung terbuka di atas atap museum serta restoran.



Sumber: Kumoro, 2012

Gambar 90. (a) Candi Bima; (b) Candi Gatotkaca; (c) Museum Kailasa; dan (d) Artefak di dalam Museum

VI | PENUTUP

Paket wisata berbasis lingkungan yang baik tidak hanya mencakup satu unsur, tetapi sebaiknya menyangkut tiga unsur utama lingkungan, yaitu unsur ABC (abiotik, biotik, dan *culture* atau budaya). Komponen A (abiotik) mencakup batu, bentang alam, dan proses geologi. Komponen B (biotik) mencakup flora (tumbuhan) dan fauna (hewan) yang hidup di bumi. Lingkungan biotik tumbuh bersama dengan lingkungan abiotik, yang kebanyakan terjadi secara simbiosis mutualisme dan saling memengaruhi. Komponen *culture* (budaya) merupakan lingkungan hasil budi daya, baik yang terbentuk di masa lalu maupun yang berkembang pada saat ini. Budaya masa lalu menjadi bagian dari sejarah, sementara masyarakat adat menghasilkan budaya masa kini.

Pemahaman orang tentang geowisata sebagai objek dan daya tarik wisata jenis baru sangat beragam. Namun, secara umum, titik berat alam geowisata adalah pada pemahaman mengenai masalah *geodiversity* yang merupakan salah satu unsur abiotik. Objek warisan geologi menjadi atraksi utamanya dalam kegiatan geowisata. Oleh karena itu, warisan tersebut harus dilindungi, yaitu melalui kegiatan konservasi sumber daya alam dan penumbuhan rasa kesadaran lingkungan terhadap para pengunjung. Pembuatan bahan-bahan interpretasi terhadap benda warisan itu akan menjadikan objek dan daya

tarik geowisata dapat diakses oleh masyarakat awam secara mudah, dan buku ini merupakan upaya untuk membuat interpretasi terhadap warisan bumi tersebut. Upaya ini sekaligus akan mempromosikan dan memopulerkan pengetahuan kebumian kepada kalangan umum. Paket geowisata yang dipadukan dengan unsur biotik dan budaya akan menjadi sangat menarik. Apa yang ada dalam buku ini hanya mencakup unsur *geodiversity*. Oleh karena itu, akan menjadi lebih menarik jika paket yang ada diperluas dengan identifikasi unsur biotik dan budaya lokal yang berada di sekitar objek yang sudah ada dan dikemas menjadi paket geowisata yang lebih komprehensif.

Besar harapan kami buku ini bisa dimanfaatkan oleh kalangan pelajar, mahasiswa serta ikatan profesi kebumian agar dapat lebih memahami tentang objek geowisata yang dikunjungi, khususnya kawasan Karangsambung dan Karst Gombong Kebumen. Di samping itu, kami berharap buku ini dapat dikembangkan oleh pegiat wisata budaya dan ekowisata menjadi paket-paket baru yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreastuti, S., Sulistiyo, Y., Sartini, E., & Mariana. (2007). *Kaitan variasi kandungan Hg dengan karakteristik litologi dan arah sesar di daerah Dieng*. Bandung: Badan Geologi, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- Anonim. (1991). Field trip guidebook. Dalam *Symposium on the Dynamics of Subduction and Its Products: The Geology of Luk Ulo, Karangsembung, Kebumen, Central Java*. Bandung: Puslitbang Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Anonim. (2005). *Buku laporan tahunan tahun 2005*. Kebumen: UPT BIKK LIPI.
- Anonim. (2005). Gunung Slamet. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana, Bandung.
- Ansori, C. (1998). Potensi pengembangan obyek wisata Kabupaten Kebumen, sebagai obyek geowisata. Dalam *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan, Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI) Ke-27, Yogyakarta*.
- Ansori, C. (1999). Potensi pengembangan objek wisata Kabupaten Kebumen sebagai objek geowisata. Dalam *Proceeding Pemaparan Hasil Litbang Ilmu Pengetahuan Teknik Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung*.
- Ansori, C., & Sapri, H. (2002). Karakteristik fragmen endapan olistostrome di Karangsembung, Kebumen. Dalam *Buku Geologi Jawa Tengah-Yogyakarta*. Publikasi Khusus IAGI Komda Jateng-DIY, Yogyakarta.

- Ansori, C. (2004). *Panduan geowisata Karangsambung*. Kebumen: UPT BIKK LIPI.
- Ansori, C. (2007). Petrogenesis basalt Sungai Medana Karangsambung, berdasarkan analisis geokimia. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, 17(1), 37–50. Bandung: Puslit Geoteknologi LIPI.
- Ansori, C. (2011). Potential of geotourism object development at south Gombong karst area. Dalam *Proceeding of International Conference and Field Seminar, Asian Trans-Disciplinary Karst Conference*, Yogyakarta, March 2011. Polydoor & Faculty of Geography UGM.
- Ansori, C., Sudarsono, & Saefudin. (2011). Karakteristik mineralogi pasir besi pada jalur Pantai Selatan Kebumen-Kutoarjo. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 6(2). Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi Badan Geologi Kementerian ESDM.
- Ardli, E., R. & Matthias W. (2008). Land use and land cover change affecting habitat distribution in the Segara Anakan lagoon, Java, Indonesia. *Springer Verlag*, 9, 235–243.
- Asikin, S. (1974). *Evolusi geologi Jawa Tengah ditinjau dari segi teori tektonik dunia yang baru* (Disertasi doktor). ITB, Bandung.
- Asikin, S., Harsolumakso, A. H., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). *Peta geologi lembar Kebumen*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Asikin, S., & Suyoto. (1994). *IPA post convention field trip, Banyumas Basin, Central Java*. Field Trip Guidebook.
- Asikin, S. (2003). Wawancara Kunjungan Bimbingan Kuliah Lapangan Mahasiswa pada bulan Juni 2003, Teknik Geologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian, Institut Teknologi Bandung.
- Asikin, S., Handoyo, A., Prastihisto, B., & Gafoer, S. (1992). *Peta geologi lembar Banyumas*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Atmadja, R. S., Maury, R. C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M., & Priadi, B. (1994). Tertiary magmatic belts in Java. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 9, 13–27.
- Bemmelen, van R.W. (1949). *The geology of Indonesia*. The Hague: Martinus Nyhoff.

- Bronto S., & Hartono, H. (2001). Volcanic debris avalanches in Indonesia. Dalam *Proceedings The 3rd Asian Symposium on Engineering Geology and the Environment (ASEGE)*, Yogyakarta, September 3–6, 2001. 449–462.
- Dinas Pariwisata Kabupaten Kebumen. (1997). *Studi potensi objek wisata Kabupaten Kebumen sebagai objek geowisata*. Kebumen.
- Dinas Pariwisata Provinsi Jawa Tengah. (2000). *Panduan pengelolaan wisata minat khusus gua berwawasan lingkungan*. Semarang.
- Direktorat Bina Obyek dan Daya Tarik Wisata. (1998). *Kajian pengembangan wisatawan nusantara dan internasional*. Jakarta.
- Djuhri, M., Samodra, H., Amin, T. C., & Gafoer, S. (1996). *Peta geologi Lembar Purwokerto dan Tegal Jawa Tengah*. Bandung: P3G.
- Ernst, K., Mike, M., & Wolfgang, W. (1983). *Java caves*. Report of a visit to Indonesian by Austrian and British Cavers.
- IUCN Protected Area Programme. (1997). *Guidelines for cave and karst protection*. Canberra: Goanna Print.
- Keputusan Menteri ESDM No. 2817K.40/MEM/2006 tentang Penetapan Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung.
- Ketner, K. B. (1976). Pre-eocene rocks of Java, Indonesia. *Journal Research USGS*, 4.
- Kusmanto, E., & Setyawan, W. B. (2011). *Arus rip di Teluk Parigi Pangandaran*. Jakarta: Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia.
- PT Semen Gombang. (1996). *Analisis mengenai dampak lingkungan penambangan batugamping dan batulempung serta pengoperasian pabrik semen di Kecamatan Buayan dan Rowokele, Kabupaten Kebumen*.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi, & Rosidi, H. M. S. (1995). *Peta Geologi lembar Yogyakarta skala 1 : 100.000*. Bandung: Puslitbang Geologi.
- Samodra, H. (2005). *Sumber daya alam karst di Indonesia, nilai strategis, pemanfaatan, dan perlindungannya secara berkelanjutan*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sapri, H., Djoehanah, S., & Mulyadi, D. (1998). *Nanoplankton paleogen dari sedimen olistostrome di Daerah Luk Ulo, Jawa Tengah*. Laporan hasil penelitian. Bandung: Puslitbang Geoteknologi LIPI.

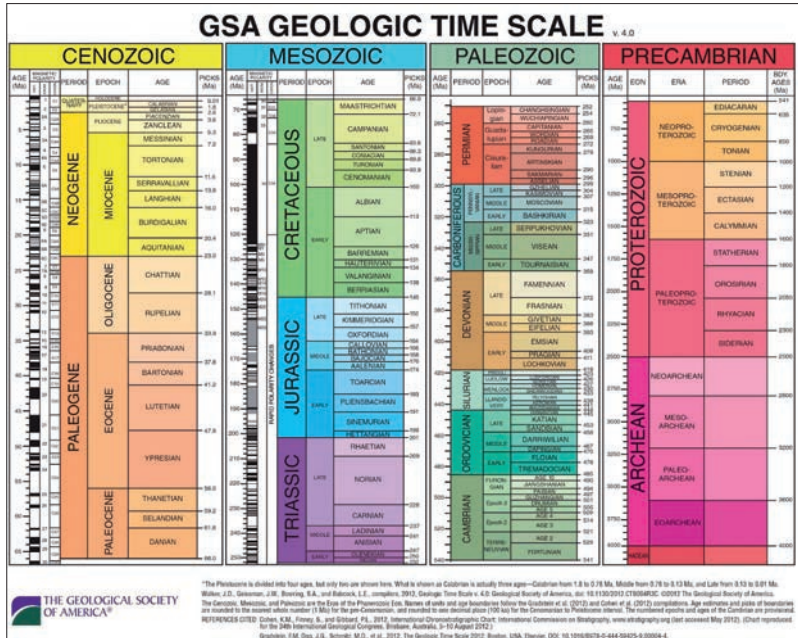
- Setyawan, W. B., Kusmanto, E., Ulumuddin, Y. I., Hasanudin, Natsir, S. M., & Ongkosongo, O. S. R. (2011). *Geomorfologi kawasan pesisir Teluk Parigi Ciamis, Jawa Barat*. Jakarta: Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia.
- Simanjuntak, T. O., & Surono. (1992). *Peta geologi lembar Pangandaran, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Suparka, M. E. (1988). *Studi petrologi dan geokimia batuan ofiolit di daerah Karangsambung Utara, Luk Ulo, Jawa Tengah* (Disertasi doktor). ITB, Bandung.
- Wakita, K., Munasri, & Widoyoko, B. (1991). Nature and age of sedimentary rocks of Luk Ulo Melange Complex in Karangsambung Area, Central Java, Indonesia. Dalam *Symposium on Dynamic of Subduction and Its Product, Yogyakarta*.
- Yuliono, T., Setyobudi Y.T., Zulfa, A. D., & Febriana, W. (2008). *Survei potensi dan pasar dalam rangka pengembangan ekowisata kawasan pesisir Selatan Mirit*. Riset Unggulan Daerah Bappeda Kebumen.
- Yuwono, Y. S. (1997). The occurrence of submarine arc-volcanism in the accretionary complex of Luk Ulo area, Central Java. *Buletin Geologi, Jurusan Teknik Geologi ITB*, 27(1/3).
- www.uis-speleo.org/. Internasional Union of Speleology. Diakses pada Oktober 2016.

GLOSARIUM

Agrowisata	: jenis wisata minat khusus dengan daya tarik utamanya berupa produk ataupun proses bertani
Alterasi	: ubahan yang terjadi pada batuan akibat adanya pengaruh air panas (hidrothermal)
<i>Amphitheater</i>	: morfologi berbentuk seperti ladang, pembentukannya dikontrol oleh lipatan. Jika stadianya sudah dewasa maka puncak lipatan berubah menjadi lembah.
Andesit	: batuan beku korok, berwarna abu-abu, kristal sedang dengan kandungan SiO_2 berkisar 52–66%.
Antiklin	: singkapan batuan yang mengalami lipatan dengan bentuk cembung.
<i>Artefak</i>	: benda peninggalan sejarah masa lalu yang mempunyai arti penting bagi ilmu pengetahuan dan budaya
Arus rip	: arus di permukaan laut yang bergerak dari tepi pantai hingga tengah laut
Batuan	: bahan padat terbentuk secara alami yang umumnya tersusun oleh kumpulan atau kombinasi dari satu macam mineral atau lebih. Batuan terdiri dari batuan beku, batuan sedimen, dan batuan ubahan/metamorfosa.
Batu mulia	: mineral ataupun batuan yang mempunyai nilai jual tinggi karena warna, tingkat kekerasan, kejernihan, keunikan dan kelangkaannya
<i>Beach cusp</i>	: morfologi pantai pasir yang memperlihatkan kenampakan tanjung (tonjolan) dan teluk (lekukan) berderet

Bentang alam	: suatu unit geomorfologis yang dikategorikan berdasarkan karakteristik tertentu seperti elevasi, kelandaian, orientasi, stratifikasi, paparan batuan, jenis tanah. Jenis-jenis bentang alam antara lain adalah bukit, lembah, tanjung, sedangkan samudra dan benua adalah contoh jenis bentang alam tingkat tertinggi.
<i>Bio sparit</i>	: batu gamping yang didominasi oleh organisme dengan semen karbonat
<i>Boudinage</i>	: struktur pada batuan keras di antara batuan lunak yang terkena proses tektonik sehingga menunjukkan kenampakan seperti sosis.
Breksi	: batuan sedimen dengan fragmen kasar yang dominan dan meruncing.
Bukit	: morfologi dengan beda tinggi antara 50–300 m serta kelerengan > 16 %
Cagar Alam	: daerah kawasan konservasi karena keunikan kondisinya
Citra	: rekaman/foto yang dihasilkan dari pesawat, satelit, radar dengan panjang gelombang dan frekuensi tertentu.
<i>Columnar joint</i>	: struktur retakan yang terjadi pada batuan beku dengan bentuk menyerupai kolom tegak memanjang akibat proses pendinginan magma tegak lurus bidang lapisan batuan.
<i>Cockpit topography</i>	: morfologi pada kawasan karst berupa bukit-bukit kecil dalam jumlah banyak di antara lembah sempit membulat
Depresi	: daerah berbentuk lembah yang terjadi akibat proses tektonik
Doline	: lembah kecil membulat pada kawasan karst : wisata minat khusus dengan titik berat kunjungan untuk menikmati keseimbangan lingkungan baik flora maupun fauna
<i>Endokarstik</i>	: fenomena yang terjadi pada bagian dalam bentang alam karst berupa stalaktit, stalakmit, <i>flowstone</i> , gourdieng, <i>gourdam</i> , <i>helictite</i> .
Eosen	: umur batuan/bumi yang menunjukkan kisaran antara 57,8–36,6 juta tahun lalu

Eosen, Oligosen : skala waktu geologi yang menunjukkan umur terbentuknya suatu tatanan geologi pada suatu daerah. Skala waktu geologi terbagi atas eon, era, period dan waktu seperti Gambar 91.



<i>Exotic block</i>	: bongkah batuan dalam kompleks <i>melange</i> yang berasal dari lingkungan pembentukan yang berbeda (batuan metamorfosa dan ofiolit).
Fasies	: aspek fisika, kimia atau biologi suatu endapan dalam kesamaan waktu geologi. Dua tubuh batuan berbeda yang diendapkan pada waktu yang sama dikatakan berbeda fasies, kalau kedua batuan tersebut berbeda ciri fisik, kimia atau biologinya.
<i>Flowstone</i>	: ornamen gua yang terbentuk dari hasil aliran air yang melarutkan CaCO ₃ melalui retakan atau perlapisan batuan
<i>For Arc Basin</i>	: cekungan pengendapan batuan yang berada di bagian depan jalur vulkanik dan di belakang zona penunjaman.
Formasi	: satuan dasar dalam pembagian satuan litostartigrafi yang terdiri dari kumpulan batuan yang mempunyai ciri fisik dan kimia yang sama.
Fosil	: sisa-sisa organisme atau jejak kehidupannya yang terawetkan secara alami, keras dan umurnya lebih dari 11.000 tahun.
Freatik	: letusan hidrotermal akibat tekanan air yang besar dari dalam bumi
Fumarol	: manifestasi <i>geothermal</i> berupa campuran uap dan air yang disemburkan dari permukaan bumi
Geologi	: ilmu yang mempelajari tentang bentuk, susunan dan sejarah bumi.
Geomorfologi	: ilmu yang mendeskripsikan, mendefinisikan serta menjabarkan bentuk lahan dan proses-proses yang mengakibatkan terbentuknya lahan tersebut serta mencari hubungan antara proses-proses dalam susunan keruangan.
<i>Geopark</i>	: kawasan cagar alam berbasis batuan yang mengintegrasikan antara kepentingan penelitian, pendidikan, wisata serta pengembangan ekonomi lokal
Geotermal	: panas yang terbentuk di dalam perut bumi akibat proses pendinginan batuan beku, sisa aktivitas gunung api yang berinteraksi dengan air tanah.
Geowisata	: wisata minat khusus dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam geologi berupa bentuk bentang

alam, batuan penyusun, struktur, dan sejarah bumi. Titik berat kunjungan adalah untuk pengkayaan wawasan dalam pemahaman proses pembentukan fenomena fisik alam.

- Gordiyin* : ornamen gua berbentuk seperti layar/tirai menggantung pada dinding miring/atap gua.
- Gourdam* : bentukan seperti tanggul memanjang berlapis-lapis atau tunggal
- Graben* : wilayah rendahan/amblesan luas yang terbentuk akibat adanya patahan
- Greywacke* : batu pasir abu-abu dengan sortasi jelek yang terbentuk pada daerah tektonik labil
- Gua* : lubang yang terbentuk secara alamiah di mana manusia bisa masuk ke dalamnya
- Gumuk* : gundukan batuan dengan beda tinggi antara 10–50 m dengan kemiringan lereng $> 16\%$
- Gunung* : bukit yang sangat besar dan tinggi, biasanya lebih dari 300 m
- Helektit* : stalaktit berbentuk seperti bunga karang terbalik
- Hidrologi* : ilmu yang mempelajari tentang air tanah maupun air permukaan tanah serta keterdapatannya.
- Horst* : tinggian yang terbentuk akibat adanya patahan sehingga terdapat blok batuan yang mengalami pengangkatan.
- Impermeable* : lapisan batuan yang kedap air (bersifat tidak menyalurkan air) seperti batu lempung
- In layer hill* : bukit terisolir/menyendiri di sekitar dataran luas karena tingkat kekerasan batuan berbeda atau adanya kontrol struktur
- Intrusi* : tubuh batuan beku yang terbentuk di dalam bumi
- Kalkarenit* : batuan sedimen berukuran pasir dengan komposisi karbonat.
- Karst* : morfologi khas yang terbentuk di daerah batu gamping atau dolomit akibat proses eksogen maupun endogen.
- Karstifikasi* : proses pelarutan pada batu gamping atau dolomit oleh asam karbonat (terbentuk oleh air hujan dan asam karbon yang terdapat di udara dan di lapisan tanah) dan beberapa jenis asam lainnya sebagai hasil pembusukan sisa tanaman di atas batu gamping (asam oksalat, asam cuka dsb).

Korelasi	: penghubungan titik-titik kesamaan waktu atau penghubungan satuan-satuan stratigrafi dengan mempertimbangkan kesamaan waktu.
<i>Lagoon</i>	: perairan dangkal yang dipisahkan dari tubuh air yang lebih besar yang berada di pesisir.
Lava	: batuan yang terbentuk dari magma yang membeku di permukaan bumi
Lembah	: tanah rendah (di kiri-kanan sungai, di kaki gunung): ngarai
<i>Long shore current</i>	: arus/gelombang laut yang terbentuk di sepanjang pantai
<i>Meander</i>	: kelokan-kelokan seperti huruf S pada alur sungai dengan lembah dan dataran banjir luas akibat proses erosi dan sedimentasi yang lama.
<i>Mélange</i>	: kelompok batuan campuran aduk yang terdiri dari bongkah-bongkah asing maupun sejenis dengan berbagai ukuran dalam masa dasar batu lempung bersisik (“ <i>Scaly Clay</i> ”). Proses percampur-adukannya bisa disebabkan karena tektonik, pelongsoran maupun diapirik.
Mikro <i>fold</i>	: lipatan-lipatan kecil yang terbentuk pada singkapan batuan akibat adanya patahan
Miosen	: umur bumi atau batuan berkisar antara 23,7–5,3 juta tahun lalu
Mofet	: manifestasi <i>geothermal</i> berupa sumber air panas kaya akan gas CO ₂
Napal	: batuan sedimen berukuran lempung dengan komposisi karbonat dan mineral lempung seimbang
<i>Native block</i>	: bongkah batuan selingkungan dengan berbagai ukuran yang tercampur aduk dengan masa dasar lempung bersisik akibat proses tektonik.
<i>Natural bridge</i>	: fenomena batuan menyerupai jembatan yang terbentuk secara alamiah akibat proses erosi pada batuan keras dan lunak
<i>Notch</i>	: lekukan di kaki tebing pantai akibat abrasi gelombang laut, lekukan ini menandakan posisi muka laut pada saat pembentukannya.
Ofolit	: kelompok batuan beku ultra basa (peridotit, gabbro, basal) yang terbentuk di lempeng samudera pada bagian punggung tengah samudra (MOR)

Olistostrome	: kelompok batuan campur aduk dengan ukuran fragmen bervariasi (olistolit) dalam masa dasar lempung bersiklik akibat proses pelongsoran gaya berat.
Paleontologi	: ilmu yang mempelajari kehidupan di waktu geologi yang telah lalu, berdasarkan fosil flora dan fauna, hubungannya dengan flora, fauna dan lingkungan yang sekarang serta kronologi sejarah bumi.
Pilar/kolom	: stalaktit dan stalakmit yang sudah bersatu membentuk pilar.
Polje	: cekungan/depresi ekstensi di daerah karst yang tertutup di semua sisi, lantai cekungan datar dengan batas terjal di beberapa bagian
<i>Scaly clay</i>	: lempung dengan struktur sekunder menyerupai sisik, sangat remah, mengkilap, mudah longsor, terbentuk akibat proses pelongsoran berulang
Sesar/patahan	: rekahan atau retakan pada kulit bumi yang terjadi akibat gaya endogen yang menekan lapisan bumi sehingga mengakibatkan pergeseran dua sisi batuan.
<i>Sheeting joint</i>	: retakan tipis pada batuan beku atau lava yang terbentuk akibat hilangnya beban batuan di atasnya.
Singkapan	: bagian batuan yg tampak di permukaan bumi
<i>Sinkhole</i>	: tempat di mana sungai permukaan lenyap, menghilang secara difusi melalui material aluvium
<i>Slicken side</i>	: bidang licin, mengkilap dan bergaris-garis akibat proses pergesekan dan pergerakan pada batuan
<i>Soda-straw</i>	: stalaktit berbentuk seperti pipa sedotan, bening dan berlubang ditengahnya.
Solfatara	: manifestasi panas bumi berupa semburan uap dan air kaya akan sulfur
<i>Speleotheme</i>	: bentukan ornamen pada batu gamping akibat proses pelarutan dan rekristalisasi, ornamen tersebut diberi nama berbeda-beda sesuai bentuk dan kedudukannya.
<i>Stack</i>	: tonjolan batuan sisa abrasi gelombang di permukaan laut
Stalakmit	: endapan batugamping pada lantai gua yang terbentuk akibat tetesan air yang membawa larutan gamping.
Stalaktit	: endapan hasil larutan batugamping yang muncul menggantung di atap gua.

<i>Strandplain</i>	: pantai lurus yang terbentuk karena aktivitas gelombang yang dominan pada lingkungan pantai
Stratigrafi	: ilmu yang membahas aturan, hubungan dan kejadian (geneses) macam-macam batuan di alam dalam ruang dan waktu, sedangkan dalam arti sempit berarti ilmu pemerian lapisan-lapisan batuan.
<i>Swell</i>	: gelombang samudra yang panjang dan relatif seragam yang merambat keluar dari kawasan pemunculannya lebih dari 5 detik.
Tektonik	: proses gerakan pada kerak bumi yang menimbulkan lekukan, lipatan, retakan, patahan sehingga berbentuk tinggi rendah atau relatif pada permukaan bumi.
Topografi	: bentuk permukaan bumi atau geometri bentang alam di wilayah geografis
Uvala	: cekungan/lembah memanjang, bisa berkelak kelok ataupun tidak dengan dasar lembah yang tidak rata seperti rangkaian doline yang berdekatan
<i>Vesicular</i>	: lubang-lubang gas berbentuk lonjong dan halus pada batuan beku luar

LAMPIRAN

POLA PERJALANAN GEOWISATA

Setiap lokasi objek dan artefak bumi di sepanjang rangkaian Pegunungan Serayu dan pantai selatan Jawa mempunyai keunikan tersendiri. Objek wisata di sepanjang jalur ini meliputi objek wisata batuan, gunung api aktif, gunung api purba, gua, pantai serta peninggalan budaya yang terkait dengan aktivitas gunung api. Tujuan kegiatan ini adalah meningkatkan angka kunjungan ke Karangsambung dengan mengintegrasikan paket geowisata Karangsambung dengan lokasi lain. Berdasarkan pada data pengunjung, sebagian besar pengunjung berasal dari arah timur, meliputi daerah sekitar Kebumen, Purworejo, Yogyakarta, hingga Malang. Sementara itu, dari arah barat meliputi daerah sekitar Cilacap, Purwokerto, Ciamis, Tasikmalaya, dan Bandung. Di samping itu, terdapat kelompok pengunjung yang berasal dari Brebes, Pekalongan, Jakarta, Magelang, Temanggung, dan Semarang. Berdasarkan latar belakang pendidikan dan profesi, kelompok pengunjung terdiri atas peneliti kebumian, kelompok profesi kependidikan (MGMP, MGBS), mahasiswa (geologi, tambang, geografi, dll.) serta siswa SMA, SMP, SD, dan TK. Berdasarkan arah kedatangan, profesi, dan tingkat pendidikan pengunjung, beberapa paket geowisata yang dapat dipilih.

A. Pengunjung berasal dari arah barat

- 1 **Cipendok-Baturraden-Karangsambung.** Paket ini cocok untuk pengunjung tingkat SMA dan SMP yang datang dari arah Jakarta dan Brebes yang mempunyai waktu kunjungan minimal dua hari, dapat bermalam di Purwokerto, Kebumen, atau LIPI Karangsambung.
- 2 **Baturraden-Karst Gombang Selatan (Tugu, Jatijajar, Petruk, Ayah, Argopeni View-Menganti/Karangboto, Pasir, Karangbolong/Suwuk)-Karangsambung.** Paket ini cocok untuk pengunjung tingkat mahasiswa kebumian, ikatan profesi pendidik, dan siswa SMA yang datang dari arah Jakarta. Alokasi waktu kunjungan minimal dua hari, dapat bermalam di Purwokerto, Kebumen, atau LIPI Karangsambung.
- 3 **Pantai Pangandaran, Batu Hiu, Green Canyon, Batu Karas-Cilacap (Teluk Penyu, Gunung Selok, Gunung Srandil, Pantai Widara Payung)-Karst Gombang Selatan (Ayah, Petruk-Jatijajar-Tugu)-Karangsambung.** Paket ini cocok untuk pengunjung tingkat mahasiswa kebumian, ikatan profesi pendidik serta siswa SMA yang datang dari arah Bandung dan Tasikmalaya. Alokasi waktu kunjungan minimal tiga hari, dapat bermalam di Cilacap, Kebumen, atau LIPI Karangsambung.
- 4 **Karangsambung, Dieng/Ketep.** Paket ini cocok untuk pengunjung mahasiswa kebumian, ikatan profesi pendidik serta siswa SMA dan SMP yang datang dari arah Bandung dan Jakarta dengan tujuan utama ke kawasan Karangsambung dan akan melanjutkan perjalanan ke arah Semarang. Alokasi waktu minimal dua hari, dapat bermalam di Kebumen, LIPI Karangsambung, atau Magelang.
- 5 **Karangsambung, Pantai Lembu Purwo, Pantai Glagah, Depokrejo/Parangtritis, Nglanggran, Candi Sambisari, Museum Merapi, Kali Adem.** Paket ini cocok untuk pengunjung

mahasiswa kebumian, ikatan profesi pendidik, dan siswa SMA yang datang dari arah Bandung atau Jakarta dengan tujuan utama ke Karangsambung dan akan melanjutkan kegiatan di Yogyakarta. Alokasi waktu minimal tiga hari, dapat bermalam di Kebumen, LIPI Karangsambung, atau Yogyakarta.

Aktivitas yang dilakukan:

- 1) Observasi lapangan tentang proses pantai, gua, karstifikasi, batuan, morfologi, aktivitas gunung api, geotermal, dinamika bumi (perubahan bentang alam, gempa bumi, tsunami), dan peninggalan budaya yang pernah terkubur rempah vulkanik.
- 2) Observasi di museum (peraga batuan, gunung api, dan gumuk pasir).
- 3) Menikmati pesona alam, wisata air (mandi, renang, *surfing*), penelusuran gua, dan pendakian.
- 4) Diskusi ilmiah.

Fasilitas yang disediakan:

- 1) ceramah ilmiah populer terkait objek yang dikunjungi,
- 2) pembimbing/pemandu lapangan,
- 3) peralatan lapangan,
- 4) sarana akomodasi lainnya (jika diperlukan).

B. Pengunjung dari arah timur

- 1 **Museum Gunung Merapi, Sambisari, Nglanggran, Parangtritis/Depokrejo, Pantai Lembu Purwo, Karangsambung.** Paket ini cocok untuk ikatan profesi pendidik, mahasiswa serta siswa SMA dan SMP yang datang dari arah Yogyakarta. Alokasi waktu kunjungan minimal dua hari, dapat bermalam di Yogyakarta, Kebumen, atau LIPI Karangsambung.

- 2 **Museum Gunung Merapi, Nglanggran, Parangtritis/Depok-rejo, Karangbolong/Suwuk, Karst Gombang Selatan (View Karst, Sendang Pelus), Karangsambung.** Paket ini cocok untuk ikatan profesi pendidik, mahasiswa, serta siswa SMA dan SMP yang datang dari arah Yogyakarta. Alokasi waktu kunjungan minimal dua hari, dapat bermalam di Yogyakarta, Kebumen, atau LIPI Karangsambung.
- 3 **Ketep, Dieng (Telaga Warna, Sikidang, peninggalan purba), Wadaslintang, Karangsambung.** Paket ini cocok untuk ikatan profesi pendidik, mahasiswa, serta siswa SMA dan SMP yang datang dari arah Semarang. Alokasi waktu minimal kunjungan adalah dua hari, dapat bermalam di Wonosobo, Kebumen, atau LIPI Karangsambung.
- 4 **Karangsambung, Karst Gombang Selatan (Tugu, Redisari/Kalisari, Jatijajar/Petruk, Pantai Ayah), Cilacap, Pangandaran.** Paket ini cocok untuk ikatan profesi pendidik, mahasiswa, dan siswa SMA yang datang dari arah timur dengan tujuan utama Karangsambung dan akan melanjutkan perjalanan ke arah Bandung lewat Cilacap. Alokasi waktu minimal kunjungan adalah tiga hari, dapat bermalam di Karangsambung, Kebumen, atau Ciamis.
- 5 **Karangsambung, Karst Gombang Selatan (Jatijajar, Petruk, Ayah) Baturraden, Cipendok.** Paket ini cocok untuk ikatan profesi pendidik, mahasiswa, serta siswa SMA dan SMP yang datang dari arah timur dengan tujuan utama Karangsambung dan akan melanjutkan perjalanan ke arah Jakarta. Alokasi waktu minimal kunjungan adalah dua hari, dapat bermalam di Karangsambung, Kebumen, dan Purwokerto.

Aktivitas yang dilakukan:

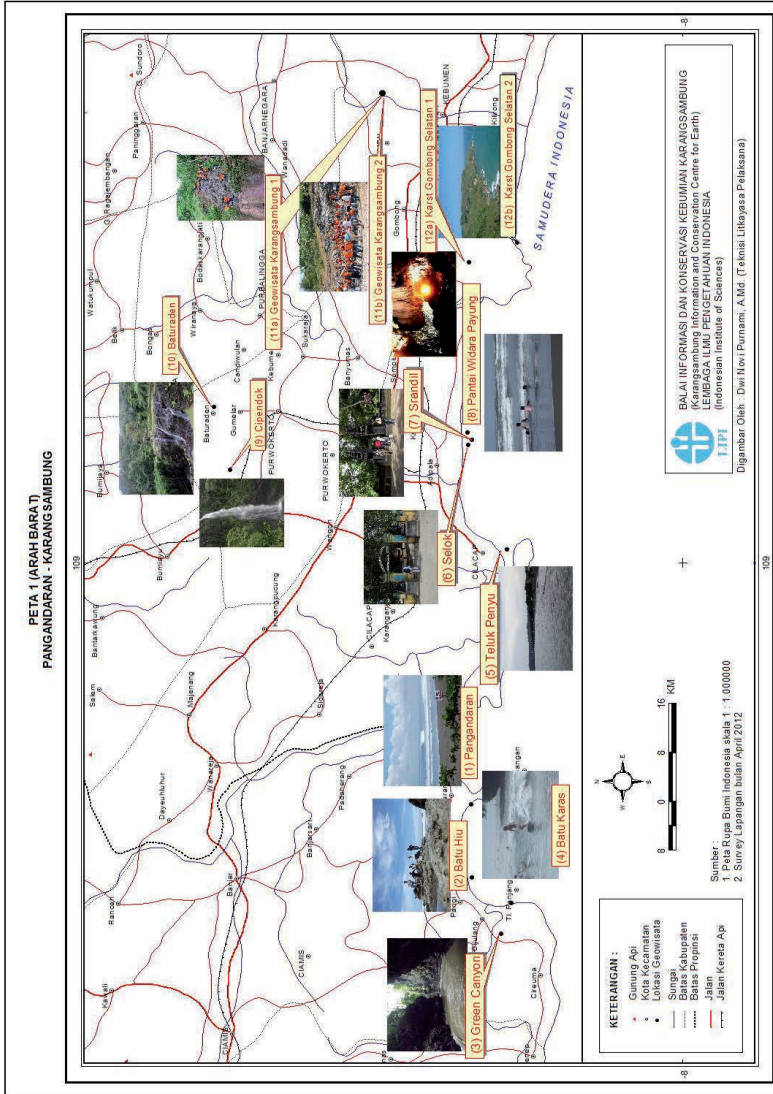
- 1) Observasi lapangan tentang proses pantai, gua, karstifikasi, batuan, morfologi, aktivitas gunung api, geotermal, dinamika

bumi (perubahan bentang alam, gempa bumi, tsunami), dan peninggalan budaya yang pernah terkubur rempah vulkanik.

- 2) Observasi di museum (peraga batuan, gunung api dan gumuk pasir).
- 3) Menikmati pesona alam, wisata air (mandi, renang, dan *surfing*), penelusuran gua serta pendakian.
- 4) Diskusi ilmiah.

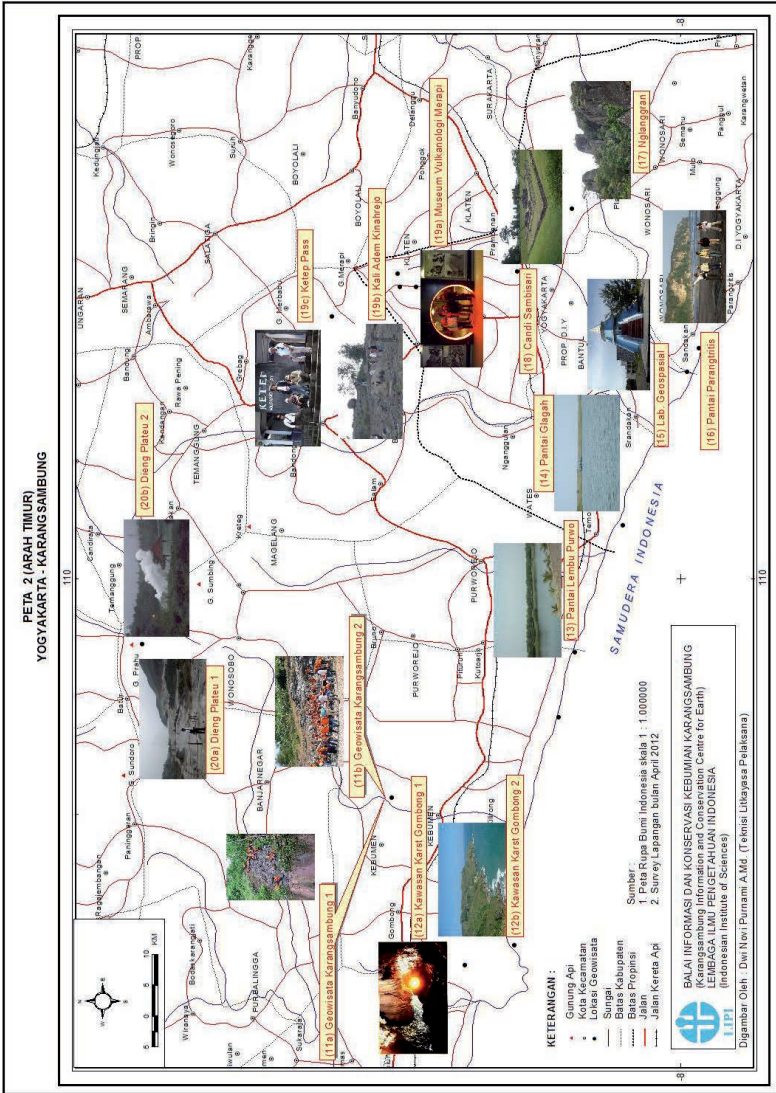
Fasilitas yang disediakan:

- 1) Ceramah ilmiah populer terkait objek yang dikunjungi,
- 2) Pembimbing/pemandu lapangan,
- 3) Peralatan lapangan,
- 4) Sarana akomodasi lainnya (jika diperlukan).



Sumber: Ansori, dkk., 2012

Gambar 92. Peta Pola Perjalanan Geowisata dari Arah Barat



Sumber: Andostj. dkk., 2012

Gambar 93. Peta Pola Perjalanan Geowisata dari Arah Timur

INDEKS

- Amphitheater*, 8, 21, 30, 32, 34
Artefak, 5, 127
Ayah, 52, 54, 55, 82
Argopeni, 53
Arus rip, 62, 63, 64, 71, 83, 92
Agrowisata, 3, 6, 84, 86, 87
Andesit, 76, 77, 80, 97, 98, 115, 121, 123
Alterasi, 123
Batuan, 1, 3, 6–12, 16, 18–28, 30–38, 42–46, 49, 56–59, 61, 62, 67, 71, 77, 80, 81, 93
Batu mulia, 21
Batu Hiu, 61, 62, 67, 68, 69, 73
Baturraden, 5, 95, 96, 97
Barat, 3, 5, 10, 12, 16, 20, 31, 44, 47, 50, 52, 53, 55, 57, 61, 69, 73, 78, 80, 82, 85, 91, 92
Basin, 9, 10, 12
Basal, 8, 17, 18, 19, 23, 24, 46, 94, 101, 113
Back Arc, 10
Bancuh, 10, 16
Fore Arc, 10, 12
Beku, 8, 16, 19, 23, 27, 28, 46, 56, 61, 62, 113, 123
Bentang alam, 3, 20, 32, 33, 86, 90, 112
Beach cusp, 62, 63
Bio spart, 72
Boudinage, 16, 18
Bukit, 21, 53, 55, 76, 78, 79, 80, 86, 89
Breksi, 8, 18, 19, 22, 26, 30, 31, 51, 55, 56, 57, 58, 61, 73, 76, 77, 79, 80, 91, 97
Cagar Alam, 5, 7, 9, 36, 38, 61, 63
Citra, 62, 63, 74, 85, 90
Cijulang, 69, 70, 71, 73
Curug, 98, 99
Cukang Taneuh, 69
Cipendok, 98
Columnar joint, 28, 38, 56, 80, 96, 98
Cockpit topography, 54, 53
Depokrejo, 90, 91
Depresi, 41, 125, 91
Deformasi, 10, 12, 26
Dinamika, 6, 20, 21, 32, 33, 34
Diorama, 104, 110

Dyke, 19
 Doline, 39, 41
 Evolusi, 14, 15, 21, 32
 Efusif, 95, 101, 104
 Erosi, 16, 50, 55, 62, 67, 71, 76, 77, 90
 Ekowisata, 6, 130
 Ekologi, 95, 101, 103, 104, 122
 Eksokarstik, 39
 Eosen, 10, 12, 16, 18, 19, 24, 29, 30
Endokarstik, 39, 42
 Estuari, 74
Exotic block, 16, 26
 Fasies
 Formasi, 12, 16, 18, 19, 20, 22, 27, 28, 31, 48, 51, 53, 56, 58, 61, 67, 69, 71, 73, 77, 80, 91, 93, 94, 102, 113
 Fosil, 1, 2, 5, 7, 12, 18, 20, 23, 29, 30, 44, 49, 50, 84, 68, 72, 113
 Foliasi, 26
Fore – arc basin, 10, 12
Flowstone, 39, 42, 50
 Fumarol, 120
 Freatik, 124
 Gabro, 8, 17
 Geologi, 1, 3, 5–10, 13, 16, 34, 35, 36, 38, 40, 42–46, 69, 102, 105, 112, 121, 127
 Geomorfologi,
 Geowisata, 1–6, 10, 20, 21, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 47, 51, 84, 114
 Geospasial, 86, 90, 91
 Geotermal, 5, 6, 96, 97, 124
Geopark, 8
 Gumuk, 55
 Gunung, 1, 3, 4, 5, 8, 9, 19, 22, 26–28, 32, 34, 35, 37, 38, 45, 61, 66, 76, 77, 78, 80, 90, 93
 Gua, 2, 4, 5, 6, 39, 41, 42, 44, 45–53, 55, 58
 Green Canyon, 69, 70, 71
 Graben, 90, 92, 121, 124
Greywacke, 18
 Glagah, 85, 86, 87
 Gourdam, 39, 42, 49, 53
Gordiyin, 42
 Hidrologi, 42, 43, 51, 58
Helectite, 52
Hornfels, 28
In layer hill, 80
 Intrusi, 31, 56, 73, 76, 77, 80, 98
Impermeable, 41
 Jatijajar, 41, 49, 50, 52, 55, 78
 Karst, 5, 6, 39–45, 47, 50, 52–58, 80, 82, 130
 Karstifikasi, 39, 53
 Kawah, 95, 101, 119, 120, 122–125
 Karas, 61, 62, 71, 72, 73
 Kapur, 2, 5, 7, 10, 11, 16, 18, 23, 50
 Karangsambung, 2, 4, 5–10, 12, 13, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 27–34, 36, 37, 38,
 Karangbolong, 12, 56, 57, 58, 80
 Kalkarenit, 67, 68, 69, 73
 Kalsit, 23, 50, 69, 70
 Kaliadem, 103, 106–110
 Kebumian, 6, 20, 32–34, 36, 37, 130
 Kerajinan, 5, 21, 31–38
 Ketep, 110, 111
 Ketinting, 70
 Kompleks, 10–12, 15, 16, 18, 19, 26, 31, 50, 117–123, 126, 127
 Lava, 5, 8, 19, 23, 24, 26, 28, 34, 35, 37, 38, 46, 56, 57, 73, 76, 79, 80, 93, 94, 97, 98, 107, 126

Lagoon, 82, 83
 Lantai Samudra, 7, 10, 22, 23, 25, 34, 38, 39
 Lembah, 8, 9, 21, 22, 30, 32, 41, 53, 56, 71, 85, 110, 122
 Lembu Purwo, 82, 84
 Lempeng, 1, 3, 7, 11, 12, 16, 23, 25, 33, 34, 101, 102
Long shore current, 63
 Luk Ulo, 9, 11, 12, 15, 16, 20–22, 26, 30, 34, 35, 36, 38
 Morfologi, 6, 7, 8, 9, 21, 22, 30, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 46, 50–55, 57, 62, 63, 77, 81, 84, 92, 101, 110, 112, 120
 Museum, 21, 32,–38, 103, 106, 110, 127
 Merapi, 5, 90, 91, 93, 104, 105, 109, 100–104, 106–112, 116–119
Mélange, 12, 18, 19, 21, 27
Metamorf, 8, 16, 26
 Metode K/Ar, 16, 18, 19, 22, 24
 Meander
 Miosen, 10, 12, 19, 20, 22, 31, 72, 73, 77, 80, 93, 113
Mikro fold,
 Mofet, 120
Mud Vulcano, 5
 Napal, 19, 20, 67, 68, 69, 73
Native block, 16
Natural bridge, 57
Notch, 97, 71
 Nglanggran, 91, 93, 112–116
 Nusakambangan, 73, 74, 76, 95
Nummulites, 8, 29, 30, 33, 36
 Observasi, 33, 34, 35
 Ofiolit, 10, 16
 Olistostrome, 10, 12, 18, 19
 Olistolit, 29
 Paleontologi, 42
 Pantai, 54–58, 61–64, 66–68, 71, 73, 74, 76, 77, 79, 80–86, 90–93
 Pariwisata, 2, 3, 5, 42, 44, 45
 Pangandaran, 61–65, 69, 73, 82
 Pasir, 18, 19, 20, 22, 30, 31, 44, 46, 48, 49, 53, 55–58, 61–64, 71, 73, 76, 77, 80, 81–90, 94, 107, 108, 113, 118
 Parangtritis, 61, 86, 90–94, 113
 Pratersier, 10, 21, 22
 Pertambangan, 3
 Petruk, 50, 51, 55, 114
 Peridotit, 8, 16
 Prisma akresi, 10, 12
Portland, 74
 Pilar, 39, 42, 50
Polje, 41
 Radiolaria, 1, 2, 18, 23
 Radioaktif, 22, 24, 27, 44
 Rekreasi, 1, 3, 92, 96, 99, 111
 Rijang, 2, 8, 17, 18, 23, 24, 26, 28
 Samudra, 2, 7, 8, 10, 11, 16, 23, 24, 27, 34, 38, 61–64, 73
 Sambisari, 116, 117, 118, 119
Scaly clay, 8, 18, 19
Stack, 67, 68, 71
 Sedimen, 1, 8, 10, 12, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 27, 29, 46, 49, 55, 56, 61, 75, 76, 83, 86
 Sesar/Patahan, 16, 27, 121
 Sendang Pelus, 58
 Serpentin, 17, 22, 25, 33, 34, 35, 37, 38
 Selok, 76–78, 81, 82

Singkapan, 1, 2, 5, 6, 7, 21, 23, 25, 26,
 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 57, 58,
 69, 79, 93
 Stalaktit, 39, 42, 48, 50, 52, 69, 70, 71
 Stalakmit, 39, 42, 50, 51, 69, 70, 71
Strand plain
 Stratigrafi, 10, 17, 43, 118
 Srandil, 77–80, 82
 Suiseki, 21, 33
 Speleologi, 42
Speleotheme, 46, 69
 speleogenesis, 45
sheeting joint, 76, 98, 99
Swell, 62, 63
Slicken side, 26
Sinkhole, 42
 Sifon, 49
Sill, 19
 Solfatara, 120
 Tektonik, 7, 10, 11, 12, 14, 18, 24, 25,
 26, 27, 32, 33, 34
 Teluk Penyau, 5, 73, 74, 82
Tholeit, 19, 24
 Topografi, 8, 21, 32, 62, 67, 85
 Tsunami, 1, 64–67, 81, 105
 Turbidit, 10, 19, 20
 Uvala, 41
Vesicular
 Wedhus gembel, 106
 Wisatawan, 3, 4, 21, 32, 47, 48, 51,
 63, 69, 73, 77, 95, 96, 107, 108,
 109
 Widara Payung, 80, 81, 82

BIODATA PENULIS



Ir. Chusni Ansori, M.T., adalah Peneliti Utama bidang Geologi lulusan S1 dan S2, Teknik Geologi-UGM, saat ini bekerja di LIPI-Karangsambung, Kebumen. Dilahirkan di Purwokerto pada 1963, banyak melakukan penelitian di bidang Geologi Sumber Daya Mineral, Geodinamika Bumi, Penataan Wilayah Tambang dan Geowisata, baik di Jawa maupun di luar Jawa.

Penerima Satya Lencana Karya Satya Pembangunan 20 tahun ini aktif mengikuti seminar, beberapa tulisannya pada jurnal ilmiah, antara lain: “Model Mineralisasi Pembentukan Opal Banten”, “Potensi dan Genesis Mangan di Kawasan Karst Gombang Selatan”, “Karakteristik Mineralogi Pasir Besi pada Jalur Pantai Selatan Kebumen-Kutoarjo”, *“Potential of Geotourism Object Development at South Gombang Karst Area, Mining Profile at South Gombang Karst Area”*, *“Characteristics and Genesis of Precious Opal-CT from Banten”*, “Klorastolit-Batu Mulia Berwarna Hijau dari Kawasan Karangsambung, Kebumen, Jawa Tengah”, dan masih banyak lagi. Pemerhati masalah geowisata dan batu mulia ini juga aktif membimbing mahasiswa Geologi, Tambang dan Geografi yang praktek di Karangsambung serta sebagai Ketua Jurusan Geologi-Pertambangan, SMK Taman Karya Madya-Pertambangan, Kebumen.



Ir. Yugo Kumoro, adalah Peneliti Madya bidang Geologi lulusan S1 Teknik Geologi-UPN Veteran Yogyakarta. Pada tahun 2011–2014, bekerja sebagai pimpinan di UPT BIKK Karangasambung-LIPI, Kebumen, Jawa Tengah, dan pada saat itu menggiatkan kembali bidang geowisata di kawasan Karangasambung dan

Jawa Tengah bagian selatan. Pengembangan geowisata di daerah ini mempunyai konsep memanfaatkan potensi dari fenomena geologi, lain berupa keanekaragaman batuan, mineral, fosil, struktur, dan bentang alam yang unik dan monumental di daerah ini. Kegiatan geowisata ini ternyata mendapat sambutan yang cukup baik dari masyarakat, pelajar, dan mahasiswa untuk memperoleh pengetahuan ilmu kebumian di kawasan Karangasambung dan Jawa Tengah Selatan. Dukungan lain juga datang dari Dinas Pariwisata Kebumen dan juga dari agen-agen perjalanan wisata untuk turut mempromosikan keunggulan dan keunikan fenomena geologi Karangasambung ini. Dampak kegiatan geowisata ini adalah meningkatnya wisatawan minat khusus yang tertarik akan fenomena geologi yang unik yang dapat menceritakan evolusi geologi wilayah Asia Tenggara, dengan bukti-bukti singkapan geologi yang terdapat di Karangasambung. Penulis kelahiran Tegal ini banyak menulis tentang kondisi geologi kebencanaan dan lingkungan di berbagai wilayah di Indonesia, seperti geologi teknik, longsor dan penataan ruang berbasis sumber daya alam, dan mitigasi kebencanaan.



Defry Hastria, Lahir pada tanggal 2 Februari 1983 di Bandung, Jawa Barat. Menempuh pendidikan Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral di Institut Sains dan Teknologi AKPRIND (ISTA) Yogyakarta. Bekerja di LIPI sejak tahun 2006 pada satuan kerja UPT Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung Kebumen), Jawa Tengah (LIPI-Karangsambung) sebagai Kepala Seksi Pengembangan dan Konservasi. Selain itu, juga aktif bekerja sebagai peneliti bidang Geologi.



Kristiawan Widiyanto, Lahir pada tanggal 6 Januari 1982 di Batang, Jawa Tengah. Menempuh pendidikan Teknik Geologi di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. sejak tahun 2006 bekerja di LIPI pada satuan kerja UPT Balai Informasi dan Konservasi Kebumian (LIPI-Karangsambung) di Kebumen, Jawa Tengah. Saat ini aktif bekerja sebagai peneliti bidang Geologi.

PANDUAN

GEO WIS ATA

Menelusuri Jejak Dinamika Bumi
pada Rangkaian Pegunungan Serayu
dan Pantai Selatan Jawa

Bagi Anda para penggemar wisata, terutama wisata alam, istilah ekowisata dan agrowisata mungkin sudah tidak asing lagi di telinga. Namun, sudah pernahkah Anda mengikuti tur geowisata menyusuri keindahan morfologi gunung gua sambil mempelajari tumbukan lempeng pembentuknya? Atau menelusuri gua bawah tanah dengan sungainya sekaligus mencari tahu jenis batuan yang ada di dalamnya?

Geowisata sebagai salah satu pariwisata minat khusus menawarkan keunikan pengalaman berwisata yang tidak dapat Anda temukan pada wisata alam lain pada umumnya. Anda dapat berwisata sambil melihat secara langsung berbagai fenomena kebumihan, mulai dari bukti-bukti tektonik hingga struktur batuan pada sebuah singkapan, sesuatu yang mungkin selama ini hanya dapat dilihat di buku pelajaran geografi atau ensiklopedia.

Buku ini mengupas tuntas potensi geowisata yang ada di sekitar Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsembung, yakni daerah Pegunungan Serayu dan Pantai Selatan Jawa.



Buku Obor

Distributor:

Yayasan Obor Indonesia
Jl. Plaju No. 10 Jakarta 10230
Telp. (021) 319 26978, 392 0114
Faks. (021) 319 24488
E-mail: yayasan_obor@cbn.net.id

LIPI Press

ISBN 978-979-799-863-9



9 789797 998639