

ANALISIS FENOMENA GEOGRAFI FISIK PADA PENGUKURAN PROSES DAN HASIL PROSES BENTANG ALAM JAWA TENGAH

Dwi Lestari¹, Iqni'a Fajril Wahida², Yunia Dwi Karina³, Dimas Abdur Rozaq⁴, Giffari Ibnu Hisyam⁵

Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

dlestari375@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis fenomena geografi fisik dan bentang alam yang ada di Jawa Tengah. Metode penelitian yang digunakan ialah *mix method*. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan, pengukuran data lapangan dan uji laboratorium untuk sampel tanah di Kawasan LIPI Karangsembung, Zona Lipatan Alaskobong, Bledug Kuwu. Teknik analisis data yang digunakan ialah analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pembentukan daerah penelitian didominasi oleh tenaga endogen, LIPI Karangsembung pengangkatan lantai samudera, Lipatan Alaskobong berupa penunjaman, Bledug Kuwu berupa proses ekstrusi lumpur.

Kata kunci : Kondisi fisik, Bentang Lahan, Pengukuran

1. Pendahuluan

Kebutuhan global yang semakin meningkat menuntut kita untuk terjun langsung ke lokasi tertentu. Kegiatan pengukuran hasil proses dan proses bentang lahan merupakan kegiatan yang tepat untuk melakukan terjun lapangan. Adanya aktivitas terjun lapangan untuk mengobservasi sebuah bentang alam akan menciptakan pembelajaran yang kontekstual. Ikhsan (2018) memaparkan bahwa pembelajaran observasi atau kegiatan terjun lapangan lebih menarik dan memiliki kelebihan dapat memberikan ingatan yang kuat serta berpikir kriti dan ilmiah dalam menginterpretasikan fenomena geografi. Pengetahuan dan keterampilan geografi sangat penting untuk membangun pengetahuan geografi Indonesia. Peran pendidikan geografi tidak hanya pada penyampaian pengetahuan saja, tetapi potensi wilayah Indonesia menjadi lebih penting. Semua penduduk yang tinggal di daerah Indonesia harus memiliki keterampilan berpikir geografi (Ikhsan, 2018).

Permasalahan geologi yang terjadi saat ini yaitu apabila daerah tersebut memiliki sesar/patahan yang aktif maka suatu saat akan mengalami tumbukan dan akan terus bergerak. Pengkajian struktur geologi memiliki peranan penting dalam pengambilan langkah dan memperkirakan pandangan ke masa depan jika bencana terjadi dan dapat mengurangi resiko yang diakibatkannya. Permasalahan daerah zona Kendeng dapat kita lihat melalui pro dan

kontra pendirian pabrik semen. Berdasarkan informasi dari Jaringan Masyarakat Peduli Pegunungan Kendeng dan *Semarang Caver Association* (SCA) serta dukungan Pusat Studi Manajemen Bencana (PSMB) UPN "Veteran" Yogyakarta (Oktober 2013), menunjukkan bahwa di kawasan karst Pegunungan Kendeng Utara ada jejak karst dalam bentuk ponor, gua dan mata air. Ada sekitar 112 mata air yang tersebar di daerah kendeng utara ini. Penelitian yang dilakukan oleh Haswari (2010), menghasilkan bahwa media yang meliput perihal pendirian pabrik ini justru mengarah kepada kerusakan hutan 40,9% dan kebijakan peraturan kehutanan 38,6% dari 44 berita. Apabila dikaitkan pendirian pabrik yang lebih mengarah kepada kerusakan hutan dan ada sekitar 112 mata air, jika diteruskan maka bukan tidak mungkin mata air tersebut hilang akibat penambangan. Kita tahu bahwa kawasan karst sangat rawan sekali.

Tujuan penelitian ini membahas mengenai bagaimana kondisi fisik pada bentang alam yang ada di Jawa Tengah melalui identifikasi proses pengukuran dan hasil bentang alam yang ada di Jawa Tengah, serta identifikasi pengamatan lapangan, pengukuran data dilapangan dan juga uji laboratorium guna mengetahui kondisi fisik yang ada pada daerah penelitian. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi masyarakat berupa informasi terkait kondisi fisik yang ada pada daerah penelitian, sehingga masyarakat dapat memanfaatkan lahan tersebut dengan baik dan benar.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di LIPI Kebumen Jawa Tengah, Lipatan Alskobong Sumberlawang Jawa Tengah, Bledug Kuwu Grobogan Jawa Tengah. Metode penelitian menggunakan *mix methods*. Menurut Sugiyono (2011) metode campuran atau *mix methods* merupakan kombinasi antara penelitian kualitatif dan kuantitatif. Penelitian kualitatif berupa analisis deskriptif yang diperkuat dengan angka hasil pengukuran (*scoring system*) dan uji laboratorium. Teknik pengumpulan data yang digunakan diantaranya pengamatan, pengukuran data lapangan, serta uji laboratorium. Pengamatan yang dilakukan yaitu meliputi kondisi fisik yang ada pada daerah penelitian, selanjutnya yaitu dengan cara pengukuran data lapangan yaitu dilakukan dengan cara menentukan titik koordinat dan kemiringan lereng dengan menggunakan GPS. uji laboratorium yakni dengan cara melakukan menguji sampel yang didapat pada saat dilapangan yang nantinya digunakan untuk mengetahui kondisi tekstur, bahan organik, serta kualitas tanah yang ada. Bahan organik sampel tanah daerah penelitian menggunakan larutan H₂O₂ 50%. Teknik analisis menggunakan analisis.

3. Hasil dan Pembahasan

Topografi Provinsi Jawa Tengah memiliki bentang alam yang beranekaragam, diantaranya dan daerah pantai yang berada di sebelah utara dan selatan, daerah ini juga memiliki dataran rendah yang hampir tersebar di seluruh Jawa Tengah, daerah pegunungan dan dataran tinggi yang membujur sejajar dengan panjang pulau Jawa di bagian tengah.

3.1 Hasil

Pengukuran bentang lahan yang telah dilakukan meliputi pengukuran lapangan, pengamatan, uji laboratorium terhadap lima daerah penelitian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Hasil pengukuran data lapangan

Keterangan	Karangsambung	Zona Kendeng Alaskobong	Bledug Kuwu
Koordinat	S= 08 ⁰ 50.831' E= 113 ⁰ 42.909'	S= 07 ⁰ 18'46.83" E=110 ⁰ 52'05.38"	S = 08 ⁰ 01'01.98" E = 110 ⁰ 19'09.38"
Kemiringan Lereng	-	4	1
Penggunaan Lahan	-	3	5
Pelapukan Batuan	3	2	-
Tekstur Tanah	-	3	5
Solum Tanah	-	2	-
Kedalaman Pelapukan Batuan	4	2	-
Ketersediaan Air Tanah	-	-	-
Kualitas Air Tanah	-	TDS = 430 pH = 6,9 – 7	-

Sumber: Data Primer Hasil Pengukuran Proses dan Hasil Proses Bentang Lahan 2019

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan nilai pelapukan batuan pada kawasan LIPI Karangsambung sekitar ± 3 m dengan kedalaman pelapukannya sekitar 4 m. Elevasi kawasan LIPI Karangsambung adalah 78 m. Elevasi ini akan mempengaruhi pelapukan batuan yang terjadi di kawasan Karangsambung, sehingga akan memicu terjadinya longsor dan pergerakan tanah. Berdasarkan tabel *scoring* diatas Pegunungan Kendeng memiliki kemiringan lereng yang terjal sekitar 25-45, dilengkapi dengan bentuk lahan struktural. Pelapukan batuan berupa pelapukan sedang yang mana batuan mengalami perubahan warna, perubahan warna lebih besar dan menembus dalam batuan serta sebagian dari massa batuan. Pegunungan Kendeng memiliki solum tanah yang tipis sekitar 31-60 cm, karena perakaran tanaman langsung menembus pada batuan induk. Kualitas air tanah yang diukur menggunakan TDS menghasilkan angka 430 dengan pH

6,9-7. Daerah Bledug kuwu memiliki kemiringan lereng dengan nilai skoring 1 yang berarti memiliki kemiringan lereng yang datar-landai dengan kemiringan lereng 0-8°, sehingga potensi akan terjadinya mass wasting dan erosi sangat kecil. Penggunaan lahan yang ada pada bledug kuwu memiliki nilai skoring 5 yang berarti pada daerah bledug kuwu lahannya digunakan sebagai kebun campuran, ada yang digunakan sebagai lahan persawahan, dan perkebunan.

Tabel 2. Hasil Uji Laboratorium

Gambar	Kategori	Tekstur Tanah	Konsistensi	BO (H ₂ O ₂ 50 %)	Profil Tanah
	Karangsambung	Agak Kasar (Lempung berpasir halus)	Agak Lekat, Tidak Plastis	Buih sangat banyak (BO Tinggi)	Memiliki profil tanah yang beragam dengan horizon tanah lengkap
	Zona Kendeng, Lipatan Alaskobong	Kasar (Pasir Berlempung)	Tidak Lekat, Tidak Plastis	Buih banyak (BO Tinggi)	Memiliki solum tanah tipis, karena perakaran mengenai batuan induk
	Bledug Kuwu	Sangat Lekat, Sangat Plastis	Halus (Liat)	Buih sedikit (BO sedikit)	Penampang dari atas sampai bawah berupa lumpur.

Sumber: Data Primer Hasil Uji Laboratorium 2019

Berdasarkan sampel tanah LIPI Karangsambung yang kemudian dilakukan uji lab untuk mengetahui tekstur tanah, konsistensi dan BO (H₂O₂ 50%). Hasil uji lab terhadap konsistensi tanah Karangsambung ialah agak lekat dan tidak plastis. Biasanya dicirikan dengan sedikit melekat pada jari tangan atau benda lain. Konsistensi tanah dipengaruhi oleh kadar air tanah serta ukuran agregat. BO tanah yang ada di Karangsambung yaitu menunjukkan buih banyak. Bahan organik yang terkandung didalam tanah tersebut cukup banyak dan tanah tersebut subur. Sampel tanah daerah Zona Kendeng Lipatan Alaskobong kasar dan tidak plastis namun memiliki BO yang tinggi. Daerah bledug kuwu merupakan daerah letupan-letupan lumpur sehingga pada daerah tersebut memiliki tekstur tanah yang lempung, selain itu tanah yang ada pada daerah bledug kuwu dikategorikan lempung dikarenakan tanahnya memiliki permeabilitas yang rendah. Hasil uji

laboratorium juga menunjukkan bahwa Bledug Kuwu memiliki tanah bertekstur lempung dengan kandungan BO yang sedikit.

3.2 Pembahasan

Geologi di kawasan LIPI Karangsembung dipengaruhi oleh faktor litologi batuan yang ada di kawasan Karangsembung, juga dipengaruhi oleh faktor morfologi yang memicu ketebalan pelapukan tanah pada umumnya. Struktur geologi batuan disini yaitu Pra-tercier dan Tersier yang tersingkap, hal ini dapat dibedakan karena adanya dua pola struktur utama, yaitu arah timur laut-barat daya dan barat-timur. Contoh formasi yang ada di Karangsembung ini yaitu kompleks mélange lukulo, formasi waturanda, formasi penosogan, dan masih banyak lagi. Geologi daerah ini tersusun atas Formasi Gabon, Formasi Kalipucang dan Formasi Halang (Isyqi & Wardhani, 2019).

Morfologi kawasan Karangsembung pada daerah ini sering terjadi pergerakan tanah pada kemiringan lereng $>20^\circ$ dengan litologi yang telah mengalami pelapukan dengan ketebalan > 1 m, terutama pada litologi penyusun formasi Waturondo, Karangsembung, Totogan dan Kompleks Melange. Sedangkan, di kawasan Karangsembung memiliki tipe sungai yang terbagi menjadi tiga tipe genetic sungai, yaitu tipe konsekuen, obsekuen dan subsekuen. Sungai-sungai yang ada di Indonesia telah mengalami perubahan penggunaan lahan dan air yang terjadi pada wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS). Alih guna lahan di wilayah ini akan mempengaruhi kondisi hidrologi DAS seperti erosi, banjir, degradasi lahan, dan meningkatnya koefisien limpasan permukaan (Wijayanto. dkk, 2015). Seperti di kawasan Karangsembung ini, akibat karena sungai di kawasan ini merupakan daerah dalam meandering sehingga daerah tersebut terakumulasi bahan galian pasir. Adanya akumulasi bahan galian pasir ini menyebabkan adanya aktivitas penambangan pasir yang sedemikian besar sehingga menimbulkan kerusakan yang cukup parah hingga mencapai ketersediaan air tanah di daerah Pesanggaran, Karangsembung (Puswanto, dkk. 2013). Sungai-sungai yang terdapat di daerah Karangsembung, Kebumen cenderung memiliki pola aliran yaitu pola dendritik dan pola aliran trellis. Penelitian yang dilakukan oleh Kurnianto, dkk (2019) memaparkan bahwa karst juga ditemukan yang dilakukan oleh penambangan setiap hari, yang mungkin merusak ekosistem yang ada di sekitar area penambangan di masa depan. Fakta dilapangan tidak hanya aktivitas penambangan di daerah karst saja yang dapat mengganggu sistem hidrologi sebuah kawasan melainkan penambangan pasir yang dilakukan di daerah Karangsembung juga mengganggu sistem hidrologi kawasan tersebut.

Kompleks Lipatan Alas Kobong memiliki formasi yang termasuk dalam zona kendeng antara lain Formasi Kerek. Formasi Kerek, berumur miosen tengah-akhir,

formasi ini memiliki ciri khas berupa perselingan antara lempung, napal lempungan, napal, batu pasir tufan dan batu pasir tufaan gampingan. Seperti yang telah dijelaskan diatas Pegunungan Kendeng memiliki bentuk lahan struktural. Hal ini dicirikan adanya perlipatan yang sangat kompleks. Lahan struktural biasanya memiliki lereng yang curam. Faktor yang paling berpengaruh menjadi zonasi dengan tingkat kerentanan sangat rendah yaitu kemiringan lereng dan penggunaan lahan (Kurnianto, 2018). Sejalan dengan hal tersebut daerah Pegunungan Kendeng yang memiliki lereng curam memiliki tingkat kerentanan yang tinggi. Lahan ini cenderung tanahnya bersolum tipis dan beberapa daerah mengalami kontak langsung dengan batuan. Fenomena ini terjadi karena perlapisan tanah tidak setebal di area pegunungan yang tanahnya senantiasa mengalami regenerasi akibat aktivitas vulkanik, berbeda dengan lahan struktural yang mana memiliki perakaran yang pendek dan apabila digali hanya beberapa cm kita sudah menemui sebuah perlapisan batuan.

Morfologi daerah kendeng berupa tebing yang termasuk dalam lahan struktural dengan dimensi singkapan yang berada pada tebing perbukitan seperti yang telah dijelaskan diatas. Lipatan disini berbentuk lipatan rebah dan lipatan kompleks. Perbukitan tebing memiliki tinggi sekitar 10 m, lebar sekitar 20 m. deretan pegunungan zona kendeng membentang sepanjang 250 km dengan lebar 40 km. Proses tektonik juga menyebabkan adanya teras sungai yang menghasilkan pengendapan utama. Masalah kekeringan dan kekurangan air saat kemarau hanya di beberapa tempat saja. Kualitas air tidak sebagus daerah pegunungan dan kondisi lahan kurang baik untuk ditanami padi. Hidrologi karst secara praktis terkait dengan kapasitas penyimpanan air dari lapisan akuifer yang berguna untuk memprediksi kerentanan di zona produktif (Ikhsan dkk, 2019). Berdasarkan temuan tersebut mencirikan Kendeng daerah utara, lain halnya dengan daerah Kendeng Alas Kobong memiliki lahan struktural yang kondisi hidrologinya lebih dipengaruhi oleh iklim dan struktur tanah. Daerah Kendeng memiliki iklim tropis. Selain itu karena kendeng merupa pegunungan struktural dipengaruhi oleh kelembapan dan kondisi lengas. Sehingga suhu di daerah ini relatif panas saat kemarau.

Bledug Kuwu mempunyai kenampakan morfologi datar. Bagian utara terdapat perbukitan bergelombang lemah dan sedang. Letupan yang muncul terjadi karena adanya tekanan dari bawah permukaan bumi yang mendorong naik batuan yang dilaluinya. Anomali daerah Bledug Kuwu berasal dari batuan yang mengalami sesar memanjang dari arah barat daya menuju timur laut. Sesar tersebut mengakibatkan keluarnya aliran gas ke permukaan bumi melalui batuan yang mudah dilalui. Batuan yang akan dilalui oleh tekanan harus mudah untuk dilewati oleh tekanan agar material yang akan keluar mudah

untuk keluar. Bila batuan dasarnya sangat keras maka material dengan tekanan besar ini seperti terperangkap dan tidak bisa keluar. Material dari dalam bumi ini dapat keluar jika terdapat rekahan, patahan, ataupun karena adanya aktifitas eksplorasi (Van Bemmelen, 1949).

Ekstrusi pada permukaan lempung atau lumpur Bledug Kuwu membentuk suatu kerucut. Ekstrusi tersebut bersamaan dengan keluarnya gas dan air (terkadang minyak) secara kuat, bahkan disertai suara ledakan. Gas yang dikeluarkan terkadang disertai dengan api atau terbakar sehingga menyerupai gunung api. Gunungapi lumpur ini bergantung pada iklim dan juga lempung yang di keluarkan. Proses sedimentasi dalam skala yang lebih kecil tetapi dalam gerakan yang lebih cepat, jadi dipicu oleh adanya paket sedimen berdensitas rendah dikelilingi paket sedimen berdensitas lebih tinggi. Suatu gerakan tektonik sangat berpengaruh terhadap sedimen yang diendapkan. Mud Vulcano dapat terbentuk di bawah laut (*sea bed*), skalanya sampai ke permukaan atau tidak bergantung pada volume bahan rombakan *subsurface* yang dibawanya naik (Indriana, dkk 2007). Fenomena Mud Vulcano yang ada di Bledug Kuwu ini berbeda dari segi proses terjadinya dari daerah lain. Bledug Kuwu ini terjadi karena proses alam sedangkan di Porong Sidoarjo, terbentuk akibat dari proses pengeboran.

Air tanah yang tawar sangat dipengaruhi oleh intrusi air laut. Penggunaan air tawar yang berlebihan dan tidak terkendali maka dimungkinkan persediaan air tawar berkurang habis dan digantikan oleh air asin. Keberadaan air asin di daerah penelitian digunakan penduduk setempat untuk diolah menjadi garam dapur. Menurut Rakhman (2016) Garam dapur produk dari Bledug Kuwu mempunyai kandungan yodium dengan kadar yang lebih tinggi dibandingkan garam dapur olahan dari air laut. Keberadaan air yang ada apabila digunakan untuk sehari-hari masyarakat disana sangat kekurangan sehingga masyarakat disana memanfaatkan air hujan untuk kebutuhan sehari-hari. Berdasarkan sumber yang diperoleh masyarakat disana apabila musim kemarau mencari air hingga menuju ke desa lain atau bahkan ke kecamatan lain untuk mendapat air bersih.

Lokasi penelitian memiliki karakteristik yang hampir sama dari segi geologi maupun geomorfologi. Aktivitas vulkanik maupun tektonik saling mendominasi. Ketiga lokasi penelitian sama-sama masih dipengaruhi oleh aktivitas pengunungan api tua maupun muda di masa lampau. Pengangkatan laut dalam maupun penunjaman sebuah sesar banyak terjadi di daerah penelitian. Perbedaan yang signifikan dilihat dari proses terbentuknya bentukan lahan mulai dari usia maupun lahan asal. Tinjauan geologi daerah Karangsambung didominasi oleh tenaga eksogen dan endogen. Terbentuk juga karena aktivitas pengunungan api muda yang terhindar dari pengaruh iklim. Bentuk geomorfologi

berupa kompleks mélange berupa campuran berbagai macam batuan, selain itu berupa perbukitan-pegunungan lipatan, daratan alluvial, dan perbukitan karst. Zona Lipatan Alas Kobong Kendeng proses yang terjadi kebanyakan karena adanya tenaga endogen. Berupa lahan struktural dan terdiri dari perbukitan karst. Pegunungan Kendeng ini terbentuk karena memiliki solum tanah yang tipis sehingga batuannya mudah terlitifikasi dan terlipat. Berusia Miosen Tengah. Bledug Kuwu masuk ke dalam zona randublatung. Tenaga yang dominan digunakan merupakan tenaga endogen. Mud volcano terbentuk pada batuan sedimen yang tidak terkompaksi sehingga patahan dibawah permukaan bumi mudah mencuat/muncul ke permukaan.

Hidrologi dan kondisi cuaca di daerah penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Hidrologi daerah Karangsambung berupa air dangkal, yang mana air disana bersumber dari Sungai Lok Ulo. Keadaan cuaca daerah Karangsambung dipengaruhi oleh angin muson karena letaknya berada diantara Asia dan Australia. Curah hujan yang terjadi lumayan tinggi. Kendeng juga memiliki masalah air, dikarenakan bentuk lahan berupa struktural dan memiliki solum tanah yang tipis. Kondisi cuaca juga cukup panas dan terik saat musim kemarau. Air tanah disekitar Bledug kuwu tidak terpengaruh dengan adanya fenomena mud volcano. Perbedaan kondisi air hanya terjadi dikawasan tempat mud volcano tersebut menyembur. Kondisi cuaca masih sesuai dengan rata-rata dan sama sekali tidak terpenaruh dengan adanya bentuk lahan mud volcano.

4. Kesimpulan

Fenomena geografi fisik Jawa Tengah didominasi oleh aktivitas vulkanik dan tektonik. Perbedaan yang mendominasi ialah proses terbentuknya bentukan lahan dari usia maupun lahan asal. Hidrologi Jawa Tengah didominasi oleh air tawar. Kawasan LIPI Karangsambung sekitar ± 3 m dengan kedalaman pelapukannya sekitar 4 m. Elevasi yang menunjukkan angka 78 m mempengaruhi pelapukan batuan yang terjadi di kawasan Karangsambung, sehingga akan memicu terjadinya longsor dan pergerakan tanah. Pegunungan Kendeng memiliki kemiringan lereng yang terjal sekitar 25-45, dilengkapi dengan bentuk lahan struktural. Pegunungan Kendeng memiliki solum tanah yang tipis sekitar 31-60 cm, karena perakaran tanaman langsung menembus pada batuan induk. Kualitas air tanah yang diukur menggunakan TDS menghasilkan angka 430 dengan pH 6,9-7. Daerah Bledug kuwu memiliki kemiringan yang datar-landai dengan kemiringan lereng 0-8°, sehingga potensi akan terjadinya *mass wasting* dan erosi sangat kecil. Hasil pengukuran diatas menunjukkan karakteristik masing-masing tempat baik dari aspek geologi, geomorfologi, hidrologi, dan cuaca yang ada saat ini.

Referensi

- Bemmelen, R. W. Van. (1949). *The Geology of Indonesia*. Vol. 1 A. Government Printing Office. The Hague.
- Haswari, A. (2010). Jurnalisme lingkungan seputar berita pergerakan tanah jawa. *Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Skripsi*.
- Ikhsan, F. A., Kurnianto, F. A., Nurdin, E. A., & Apriyanto, B. (2018). Geography Literacy of Observation Introduction Landscape Representation Place for Student Experience. *Geosfera Indonesia*, 3(2), 131-145.
- Ikhsan, F. A., Kurnianto, F. A., Apriyanto, B., & Nurdin, E. A. (2018). Geography Skills Domain Taxonomy. *GEOSFERA INDONESIA, Journal of Geography*, 2(1), 54-59.
- Ikhsan, F. A., Astutik, S., Kantun, S., & Apriyanto, B. (2019, March). The hazard of change landscape and hydrogeology zone south karst mountain impact natural and human activity in Region Jember. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 243, No. 1, p. 012036). IOP Publishing.
- Indriana, R. D, Nurdwiyanto M. I., Haryono K. W. (2007). Interpretasi bawah permukaan dengan metode self potential daerah Bledug Kuwu Kradenan Grobogan. *Berkala Fisika*, 10 (3). 155-167.
- Isyqi & Wardhani. (2019). Tipe magmatik batuan beku formasi gabon di Tinggian Karangbolong, Kebumen. *Jurnal Geologi dan Sumber Mineral*, 20 (2), 63-67.
- Kurnianto, F. A., Apriyanto, B., Nurdin, E. A., Ikhsan, F. A., & Fauzi, R. B. (2018). Geographic Information System (Gis) Application to Analyze Landslide Prone Disaster Zone in Jember Regency East Java. *GEOSFERA INDONESIA, Journal of Geography*, 2(1), 45-53.
- Kurnianto, F. A., Nurdin, E. A., Apriyanto, B., Ikhsan, F. A., & Puji, R. P. N. (2019). Drought disaster vulnerability in Jember Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 243 (1) p. 012033. doi:10.1088/1755-1315/243/1/012033
- Puswanto, dkk. (2013). Dampak aktivitas penambangan pasir di sungai Luk Ulo terhadap air tanah dangkal di Pesanggaran Karangsambung, Kebumen, Jawa Tengah. *Prosiding Geotek Expo Pusat Geoteknologi LIPI*. Jawa Tengah.
- Rakhman, A.N. (2016). Peranan sulfur karbondioksida pada pembentukan korosi logam dan implikasinya bagi kesehatan manusia di gunung lumpur Desa Kuwu Kecamatan Kradenan Kabupaten Grobogan Propinsi Jawa Tengah. *Jurnal Teknik Geologi*, Fakultas Teknologi Mineral. IST AKPRIND: Yogyakarta.
- Sabdaningsih, A. (2018). Mitologi dan sains: Bledug Kuwu di Kabupaten Grobogan. *Universitas Diponegoro*, 13 (1)
- Sugiyono. (2011). Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif dan R & D. Bandung: CV Alfabeta.

Wacana, Petrasa, dkk. (2014). Kajian potensi kawasan karst kendeng utara pegunungan rembang madura Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Jurnal Teknik Geologi*, Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada

Wijayanto, Yagus., dkk. (2015). Identifikasi koefisien limpasan permukaan di sub-DAS Suco Kecamatan Mumbulsari Kabupaten Jember menurut metode Cook. Jember. Universitas Jember.