

**STUDI GENESA DAN KARAKTERISTIK BAHAN GALIAN JASPER “BADAR BESI”
DAERAH KALIREJO, KECAMATAN KARANGGAYAM, KABUPATEN KEBUMEN
PROVINSI JAWA TENGAH**

Fadlin¹⁾, Ramadhan Jiwo Kusumo²⁾

¹⁾Dosen Teknik Geologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

²⁾Mahasiswa Teknik Geologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

Email : fadhli_idrus@yahoo.com

ABSTRAK

Boomingnya *trend* batumulia khususnya batu akik di Indonesia akhir-akhir ini merupakan salah satu peristiwa yang melatarbelakangi penelitian ini. Jasper merupakan satu dari sekian jenis group mineral kalsedon dengan komposisi SiO $>$ 75%, berwarna buram karena efek peresapan unsur lain sebagai pengotor sehingga berdasarkan karakteristik sifatnya tersebut, jasper dapat hadir dengan berbagai warna seperti; hijau, merah, kuning, atau coklat dan beberapa jasper memiliki warna lebih dari satu. Karakter fisik yang menarik inilah yang menjadikan jasper sebagai komoditi bahan galian yang cukup diminati di era sekarang ini, sehingga perlu dioptimalisasikan secara baik dan benar untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat. Daerah penelitian terletak di Kalirejo, Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Secara regional lokasi penelitian termasuk kedalam Formasi Waturanda yang didominasi oleh batupasir vulkanik, tuff, dan breksi vulkanik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik dan genesa pembentukan jasper hematit dengan menggunakan metode analisa petrografi, mineragrafi, *x-ray diffraction*, dan geokimia *x-ray fluorescence*. Berdasarkan hasil evaluasi data petrografi, mineragrafi, XRD, dan geokimia XRF, maka genesa pembentukan jasper di daerah penelitian dapat diinterpretasikan terbentuk akibat proses peperitisasi dimana reaksi dari proses pencampuran antara lava basalt dengan sedimen basah yang menyebabkan perubahan fisik dan mineralogi pada sedimen basah yang kemudian menjadi sangat kompak, dengan tekstur yang halus (peperit), kemudian peperit tersebut mengalami proses alterasi karena kontrol fluida hidrotermal. Peningkatan nilai komposisi silika (SiO₂) menjadi sangat tinggi diakibatkan oleh pengaruh proses alterasi hidrotermal “silisifikasi” dimana terjadi penggantian unsur-unsur semula dari peperit oleh silika. Keterdapatannya jasper pada daerah penelitian berasosiasi dengan lava basalt dan breksi hialoklastik, hal tersebut mengindikasikan bahwa jasper terbentuk pada lingkungan bawah laut (*submarine volcano*). Meskipun keterdapatannya jasper (Badar Besi) dilokasi penelitian hanya setempat-setempat namun cukup berpotensi untuk dioptimalkan untuk peningkatan perekonomian lokal dengan cara dikelola dengan baik dan benar.

Kata kunci : Karanggayam, Kebumen, jasper, peperitisasi, hialoklastik, lava basalt, alterasi hidrotermal, silisifikasi.

LATAR BELAKANG

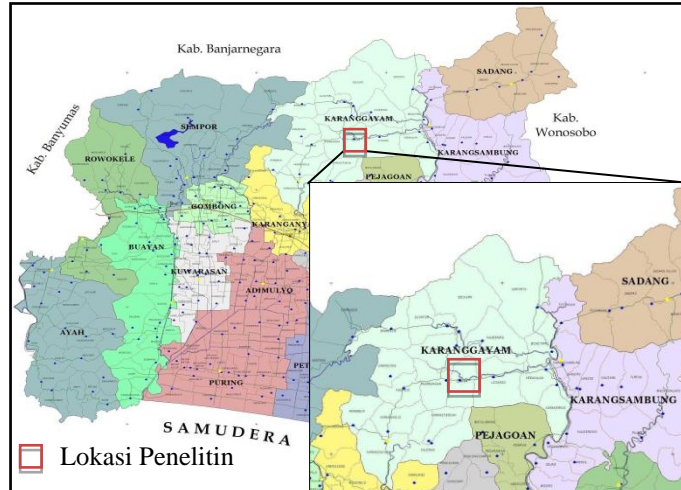
Boomingnya *trend* batumulia khususnya batu akik di Indonesia akhir-akhir ini merupakan salah satu peristiwa yang melatarbelakangi penelitian ini. Jasper merupakan satu dari sekian jenis group mineral kalsedon dengan komposisi SiO $>$ 75%, berwarna buram karena efek peresapan unsur lain sebagai pengotor sehingga berdasarkan karakteristik sifatnya tersebut, jasper dapat hadir dengan berbagai warna seperti; hijau, merah, kuning, atau coklat dan beberapa jasper memiliki warna lebih dari satu. Karakter fisik yang menarik inilah yang menjadikan jasper sebagai komoditi bahan galian yang cukup diminati di era sekarang ini, sehingga perlu dioptimalisasikan secara baik dan benar untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini secara umum yaitu untuk mengetahui kondisi geologi (morfologi, stratigrafi, dan struktur), sebaran bahan galian Jasper (Badar Besi), mengetahui karakteristik bahan galian Jasper (Badar Besi), mengetahui genesa bahan galian Jasper (Badar Besi) di daerah penelitian.

LOKASI DAN KESAMPAIAN DAERAH PENELITIAN

Daerah penelitian berada di daerah Kalirejo, Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Lokasi Penelitian dapat di tempuh dengan kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat, kurang lebih 3 jam perjalanan dari kota Purwokerto.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

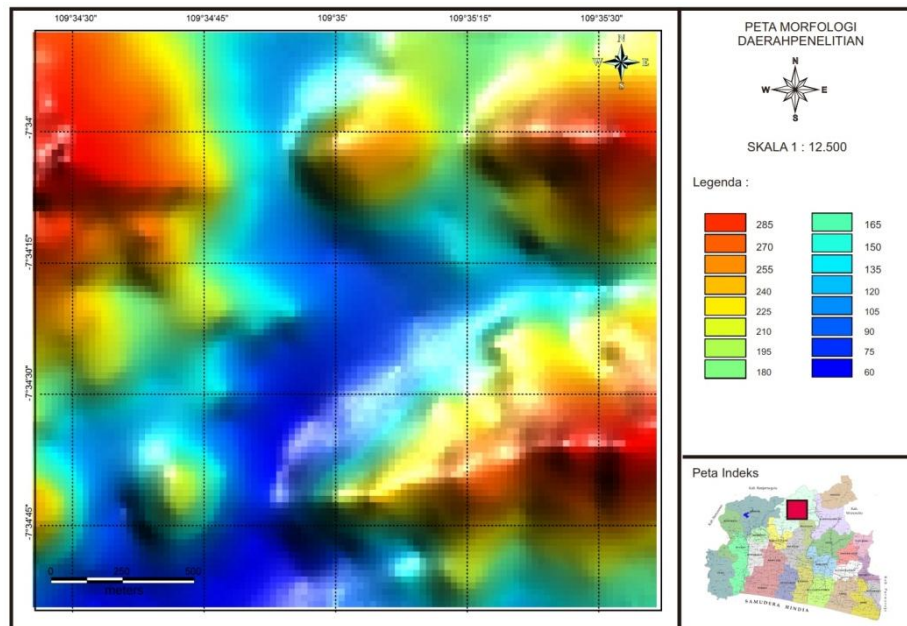
METODA PENELITIAN

Metode yang dilakukan adalah ada pemetaan geologi pada skala (1:25.000), pengambilan data singkapan serta pendeskripsian conto batuan baik yang masih segar, *least-altered* maupun yang sudah berubah (*altered*). Selain itu, juga dilakukan pengambilan conto jasper yang representatif untuk dianalisis di laboratorium. Metoda pengambilan conto yang di terapkan yaitu metode *selective sampling*, hal ini dilakukan karena daerah penelitian didominasi oleh litologi yang terlupakan, sehingga cukup susah menemukan singkapan yang segar. Analisis laboratorium yang dilakukan adalah analisis petrografi, mineragrafi, *X-Ray Diffraction*, serta *X-Ray Fluorescence*.

GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Morfologi

Berdasarkan klasifikasi van Zuidam (1985) morfologi daerah penelitian termasuk kedalam perbukitan bergelombang hingga berbukit dengan beda tinggi morfologi 50-200 meter, dengan kontur tertinggi ± 250 meter dan kontur terendah ± 60 meter. Satuan ini ditunjukkan dengan pola kontur yang cenderung agak rapat dengan kemiringan lereng 20 % dan tergolong ke dalam klasifikasi yang berlereng sedang. Pola aliran sungai pada daerah penelitian adalah pola subdendritik yang dikontrol oleh struktur pada daerah penelitian (Gambar 2).



Gambar 2. Peta morfologi daerah penelitian

Stratigrafi

Berdasarkan hasil pemetaan geologi permukaan maka satuan batuan di daerah penelitian terbagi atas 4 (empat) satuan litologi dari tua ke muda yaitu Satuan Batupasir Tuffan, Intrusi Diabas, Satuan Breksi Vulkanik, dan Satuan Lava Basalt (Gambar 3).

a. Satuan Batupasir Tuffan

Satuan ini tersusun atas litologi berupa batupasir tuffan, memiliki karakteristik secara megaskopis warna abu-abu gelap kecoklatan, dengan ukuran butir pasir sedang-pasir kasar, bentuk butir rounded, sortasi baik, komposisi mineral plagioklas dan gelas (tuffaan).

b. Intrusi Diabas

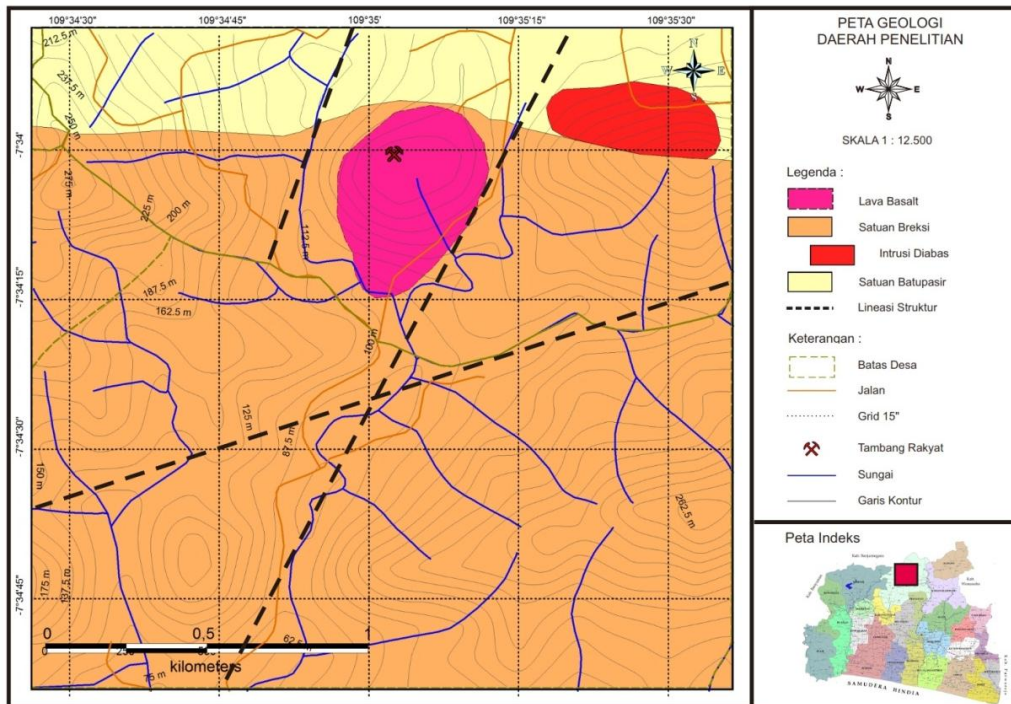
Intrusi ini berupa retas lempeng (sill) atau yang sejajar perlapisan sedimen, dijumpai kontak dengan breksi vulkanik. Karakteristik megaskopis yaitu berwarna abu-abu hingga cerah, tekstur porfiro afanitik dengan derajat kristalisasi berupa holokristalin, memiliki granularitas halus (fine) dan sedang hingga afanitik. Satuan Intrusi Diabas ini sudah mengalami ubahan yang cukup kuat (teralterasi).

c. Satuan Breksi vulkanik

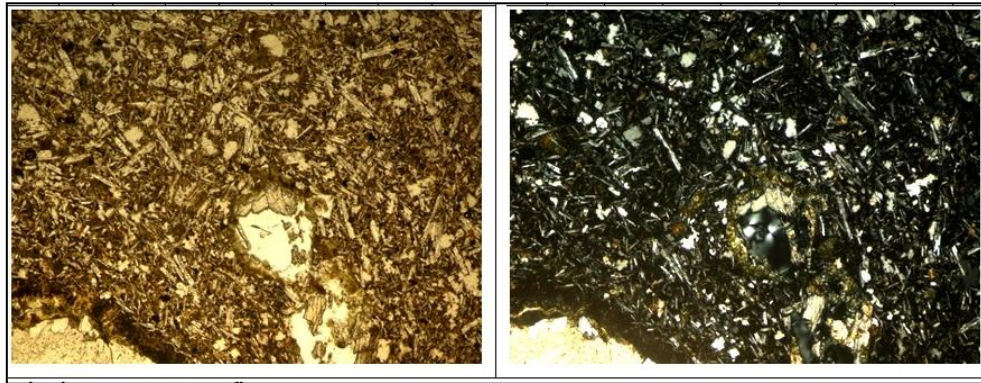
Satuan ini tersusun atas perselingan breksi dan batupasir, namun sebaran breksi vulkanik mendominasi dibanding batupasirnya. Karakteristik secara megaskopis dari breksi pada satuan ini adalah memiliki warna abu-abu gelap berbutir kerakal-bongkah, subangular, sortasi buruk, kemas terbuka, matriks batupasir tuffaan, fragmen batuan andesit, semen silika. Litologi batupasir pada satuan ini berwarna abu-abu gelap, klastik, besar butir pasir sedang-pasir kasar, bentuk butir rounded, sortasi baik.

d. Satuan Lava Basalt

Satuan ini tersusun atas litologi lava basalt dan breksi hialoklastik. Karakteristik secara megaskopis dari lava basalt pada satuan ini adalah memiliki warna abu-abu gelap dengan tekstur afanitik hingga porfiro afanitik, pada sayatan tipis satuan ini terlihat tekstur khas berupa *trachytic* (Gambar 4)



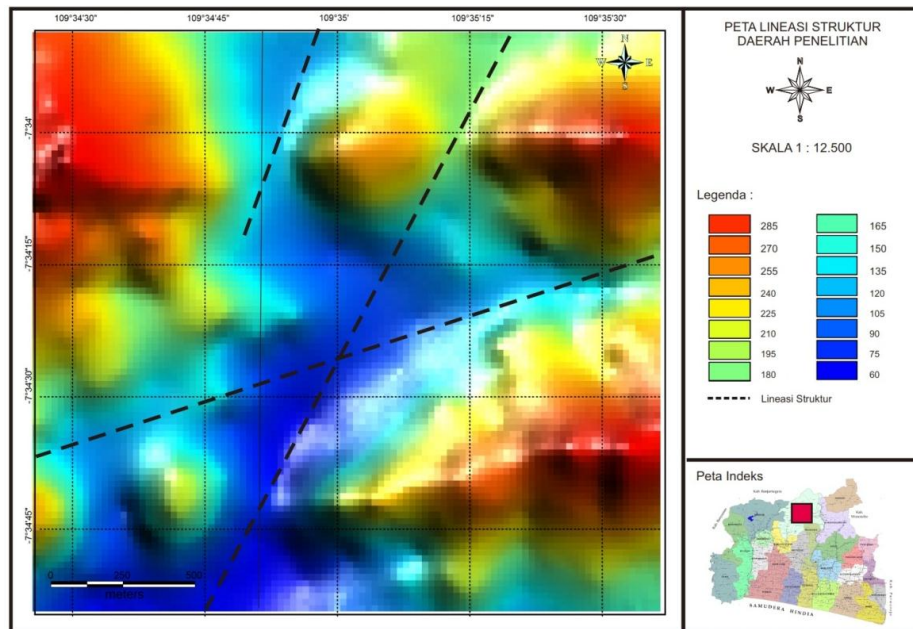
Gambar 3. Peta Geologi daerah Penelitian



Gambar 4. Foto Mikroskopis lava basalt (petrografi) dengan posisi nikol sejajar dan nikol silang.

Struktur Geologi

Struktur geologi berkaitan erat dengan proses tektonik yang bekerja pada puncak periode tertentu, di Pulau Jawa sendiri dikontrol oleh sejumlah struktur utama yang mencerminkan evolusi tektoniknya (Pulonggono & Martodjoyo, 1994). Selain itu di Jawa Tengah juga dikenali terdapat dua struktur sesar utama yang mengapit bagian barat dan timur Jawa Tengah. Sesar di bagian timur dikenal sebagai Sesar Kebumen-Muria dan bagian barat disebut Sesar Pamanukan-Cilacap (Satyana, 2007). Daerah penelitian termasuk kedalam subcekungan kebumen atau yang dikenal sebagai rendahan timur dibentuk oleh adanya tumbukan lempeng yang menghasilkan arah gaya relatif timurlaut-baratdaya. Lokasi penelitian berdasarkan analisis pola kelurusan lembah berkembang lineasi struktur dengan pola yang sama dengan pola umum yang berkembang di Jawa Tengah yaitu timurlaut-baratdaya (Gambar 5).



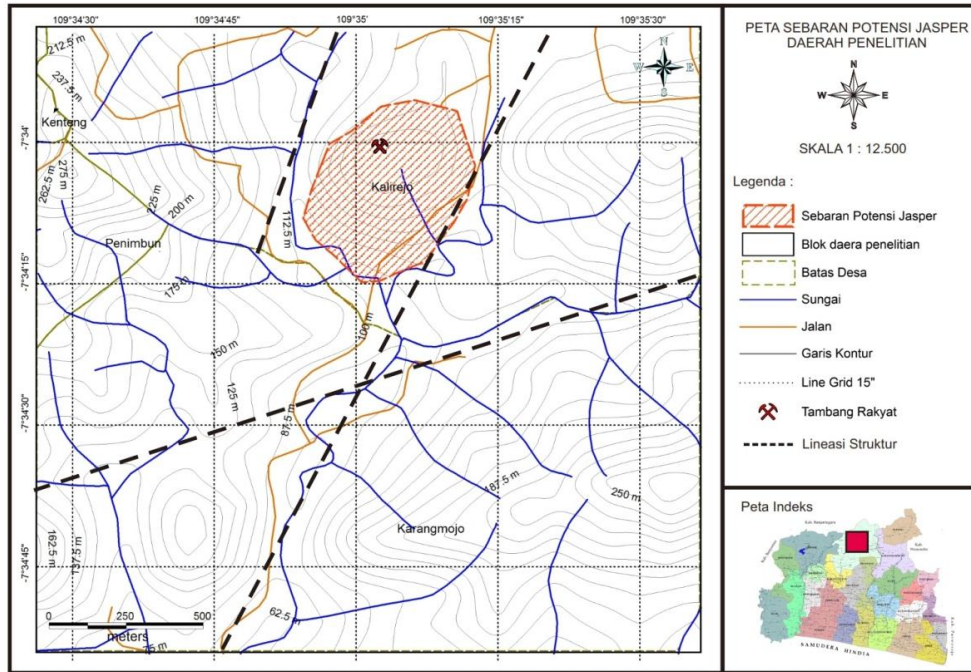
Gambar 5. Peta morfologi dan lineasi struktur geologi di daerah penelitian

GEOLOGI JASPER BADAR BESI KARANGGAYAM

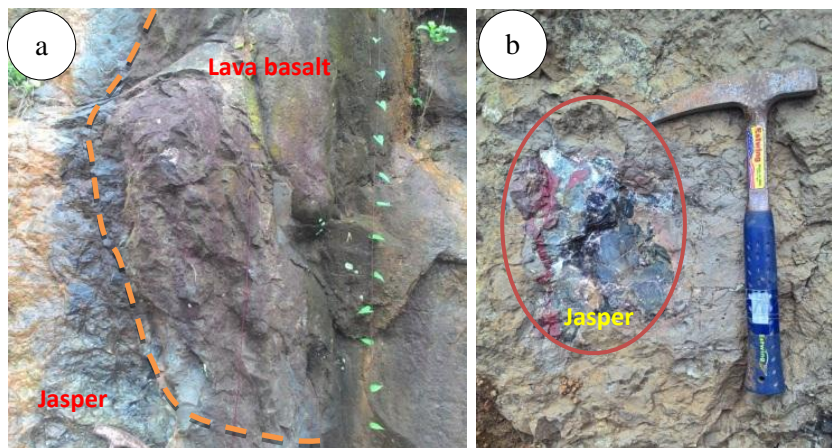
Ketersediaan dan Penyebaran

Di daerah penelitian jasper tersebar sebagai endapan primer atau berada pada sumber tempat terbentuknya (*primary jasper*) dan juga sebagian terdistribusi sebagai endapan sekunder pada breksi hialokalstik maupun sebagai endapan elluvial. Potensi sebaran jasper pada endapan

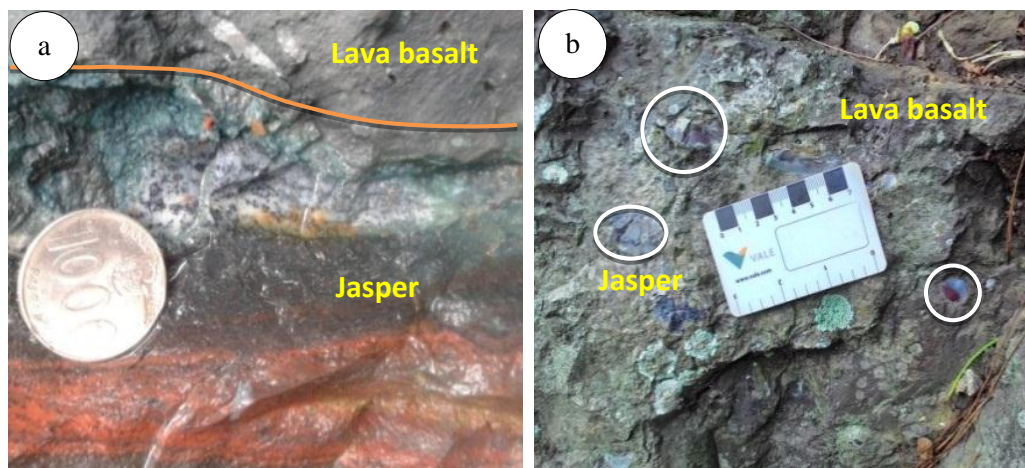
elluvial biasanya terakumulasi pada lembah yang berada tidak jauh dari lokasi jasper primer (*insitu*). Jasper (Badar Besi) di daerah penelitian berasosiasi dengan satuan lava basalt serta breksi hialoklastik yang merupakan hasil produk aktivitas vulkanik bawah laut (*submarine vulcano*). Jasper di daerah penelitian tersebar di bagian utara dari wilayah penelitian (Gambar 6), serta umumnya dijumpai menyisip pada celah antar tubuh lava basalt dalam ukuran dan bentuk yang sangat bervariasi, seperti urat berlapis/*laminated*, bongkah fragmen, nodul-nodul berukuran >1 cm, serta bentuk melengkung (Gambar 7 dan 8).



Gambar 6. Peta Sebaran potensi Jasper (Badar Besi) di lokasi penelitian

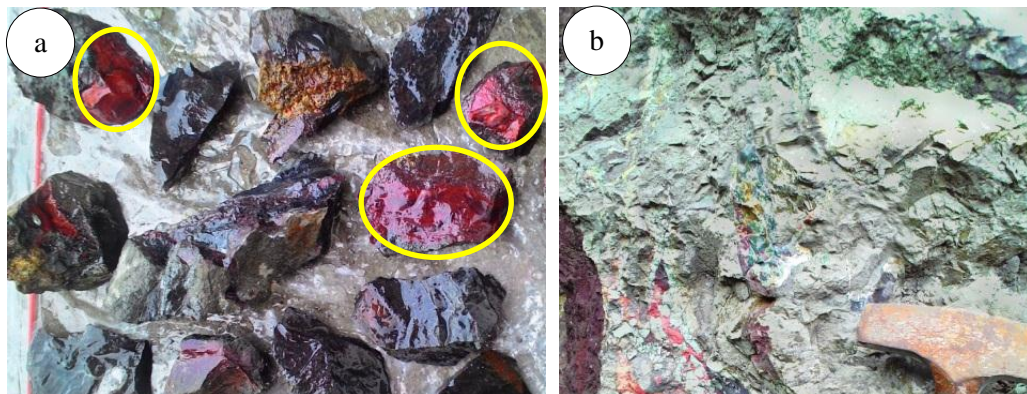


Gambar 7. Singkapan Jasper berbentuk mengikuti pola batas antara tubuh lava (a), jasper berbentuk bongkah fragmen pada breksi hialoklastik (b).



Gambar 8. Singkapan Jasper berbentuk laminasi yang mengikuti pola struktur sedimen awal sebelum terbungkus oleh lava (a), singkapan Jasper berbentuk nodul-nodul membulat maupun melonjong (b).

Jasper di daerah penelitian menunjukkan adanya variasi pada beberapa warna dari jaspurnya itu sendiri seperti jasper berwarna merah dengan komposisi pengotor berupa besi (Fe) memiliki varian warna dari merah cerah, merah hati hingga merah pudar, begitu juga jasper yang warna lain. Hal tersebut di interpretasikan sebagai kontrol jangkauan panas lava pada saat kontak dengan sedimen memiliki intensitas berbeda sehingga memberikan efek ubahan yang bervariasi pula (Gambar 9).



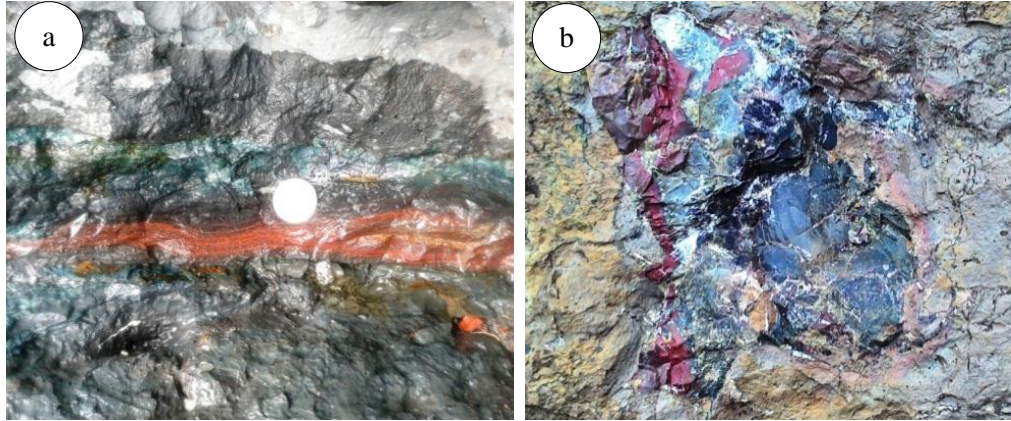
Gambar 9. Variasi warna merah pada jasper yang berbeda-beda karena efek panas yang berbeda dari lava (a), variasi warna hijau pada jasper yang berbeda-beda karena efek pemanasan yang berbeda (b)

Karakteristik Jasper di Daerah Penelitian

a. Karakteristik Secara Fisik (Megaskopis)

Secara megaskopis kenampakan jasper umumnya berwarna merah, coklat, dan hijau. Warna-warna tersebut dipengaruhi oleh adanya kandungan mineral pengotor pada jasper tersebut yang berasal dari komposisi awal dari lava itu sendiri maupun komposisi dari sedimen laut tersebut maupun hasil ubahan kontrol fluida hidrotermal pada saat ataupun setelah kegiatan peperitisasi terjadi. Jasper di lokasi penelitian memiliki tekstur yang bervariasi seperti membentuk garis-garis laminasi atau *strata/layering* berbeda warna, hal tersebut di akibatkan karena komposisi pengotor pembentukan jasper memiliki unsur kimia yang berbeda atau bervariasi. Salah satu tekstur jasper yang dominan juga di lapangan adalah tekstur masif atau pejal dengan satu atau dua kombinasi warna (Gambar 10), sebagian bersifat kalsedoni/kalsedon (*calsedony*) yaitu sebagian kecil dapat membiaskan cahaya dan sebagiannya lagi tidak dapat membiaskan cahaya atau umumnya tidak tembus cahaya (*opaque*).

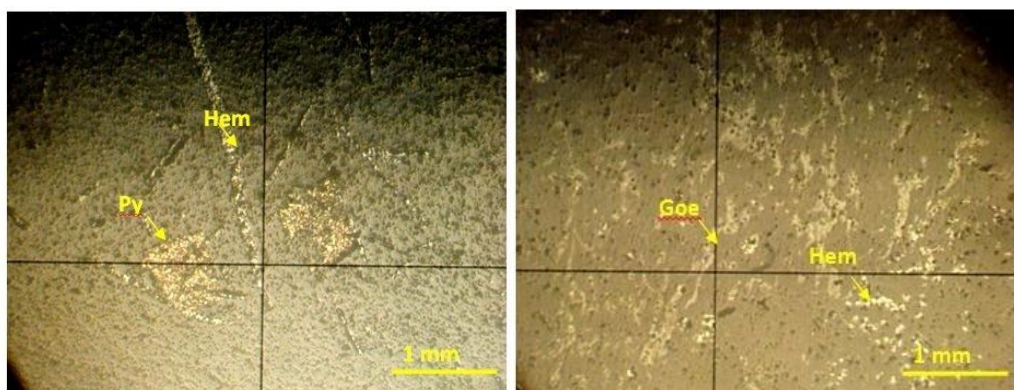
Kekerasan jasper pada daerah penelitian ditentukan dengan cara sederhana yaitu dengan menggoreskan pecahan kaca (5,5-6 skala mohs) pada bidang licin (permukaan) jasper, dan jasper tidak bergores dikarenakan komposisi dominannya tersusun oleh mineral kuarsa (SiO_2) dengan tingkat resistensi yang lebih tinggi dari pecahan kaca ± 7 skala mohs, sehingga dapat disimpulkan bahwa kekerasan jasper sekitar 6,5-7 skala mohs.



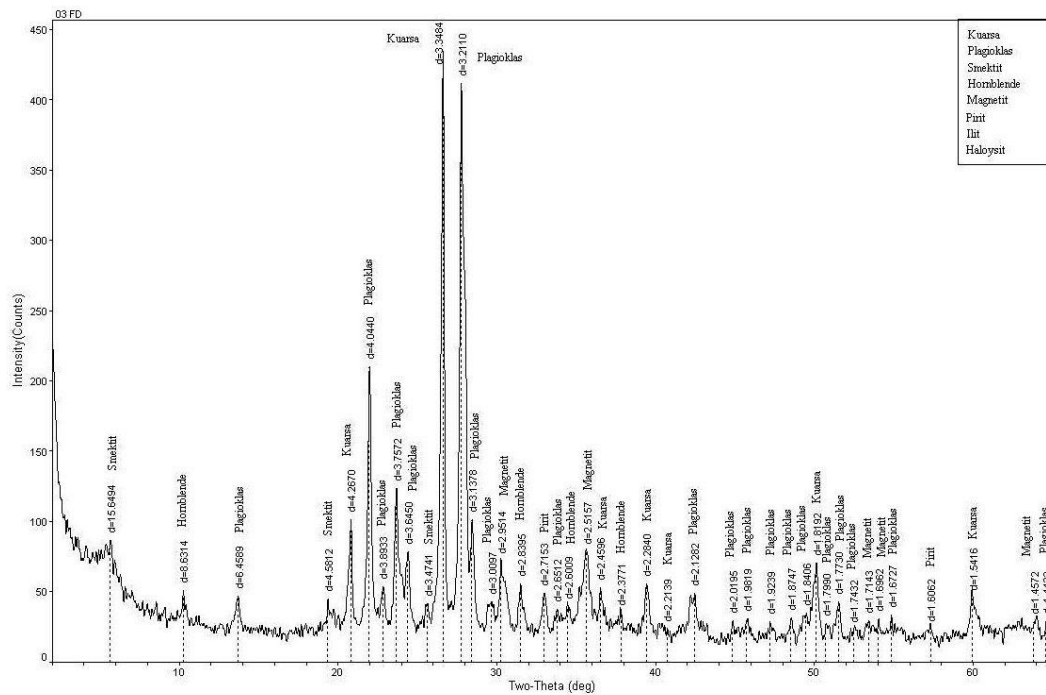
Gambar 10. Tekstur laminasi pada jasper di daerah penelitian (a). Tekstur massif pada jasper dilokasi penelitian dengan kombinasi lebih dari satu warna (b).

b. Karakteristik Secara Mineragrafi/Mineralogi

Berdasarkan hasil pengamatan mineragrafi pada beberapa contoh batuan maupun contoh jasper dapat disimpulkan bahwa komposisi dominan penyusun jasper adalah mineral sulfida Pirit (Fe_2S), mineral oksida seperti Hematit (Fe_2O_3) dan Goetit (FeO (OH)) serta kurang lebih 90% tersusun atas mineral silika berupa kuarsa (Gambar 11). Kehadiran kristal berukuran 0,01-3 mm yang mendominasi sekitar 80-90%, yang merupakan penyusun batuan pada sayatan poles diduga sebagai mineral kuarsa (SiO_2) sekunder akibat proses silisifikasi/*silisified* atau proses tergantinya mineral-mineral penyusun awal batuan oleh silika merupakan proses penambahan silika (SiO_2) sekunder. Hasil analisis *X-Ray Diffraction (XRD)* menunjukkan kehadiran mineral-mineral lempung hasil ubahan/alterasi akibat fluida hidrotermal seperti ilit, smektit, laumontit, talk, halloysit serta mineral sulfida seperti pirit (Gambar 12), hal tersebut memperkuat interpretatif bahwa pembentukan jasper di daerah penelitian sangat dipengaruhi juga oleh kegiatan fluida hidrotermal/*hydrothermal fluid*. Kehadiran kandungan mineral oksida berupa Hematit (Fe_2O_3) dan Goetit (FeO (OH)) yang cukup tinggi atau dengan kata lain jasper dilokasi penelitian memiliki kandungan Fe (besi) yang cukup tinggi.



Gambar 11. Foto mineragrafi jasper dari contoh sayatan poles (a) yang menunjukkan kehadiran mineral sulfida pirit (py) dan mineral oksida hematit (Hem), sayatan poles (b) yang menunjukkan kehadiran mineral oksida hematit (Hem) dan Goetit (Goe)



Gambar 12. Grafik hasil analisa XRD pada conto jasper

c. Karakteristik Secara Geokimia

Berdasarkan hasil analisa geokimia dengan metode XRF (X-Ray Fluorensis) memperlihatkan kehadiran komposisi senyawa SiO₂ yang melimpah (Tabel 1), hal tersebut dimungkinkan berasal dari komposisi kimia mineral kuarsa hasil alterasi silisifikasi, sedangkan kehadiran senyawa Fe₂O₃ dari analisis XRF diinterpretasikan berasal dari komposisi mineral oksida Hematit dan Goetit. Kehadiran komposisi senyawa Fe₂O₃ inilah yang menjadikan jasper dilokasi penelitian memiliki karakteristik yang mampu mengikat magnet sehingga dikenal dengan istilah *Badar Besi*.

Tabel 1. Hasil analisa XRF Conto Jasper GK-01/JSP, GK-02/JSP dan GK-03/JSP

GK-01/JSP			GK-02/JSP			GK-03/JSP		
SiO ₂	88	mass%	SiO ₂	88	mass%	SiO ₂	82,5	mass%
Fe ₂ O ₃	5,26	mass%	Fe ₂ O ₃	5,28	mass%	MgO	9,25	mass%
Al ₂ O ₃	5,07	mass%	Al ₂ O ₃	5,05	mass%	Al ₂ O ₃	7,81	mass%
CaO	0,826	mass%	CaO	0,836	mass%	CaO	0,167	mass%
TiO ₂	0,232	mass%	TiO ₂	0,231	mass%	Fe ₂ O ₃	0,149	mass%
K ₂ O	0,209	mass%	K ₂ O	0,215	mass%	Co ₂ O ₃	0,0416	mass%
MgO	0,123	mass%	MgO	0,126	mass%	P ₂ O ₅	0,0242	mass%
P ₂ O ₅	0,112	mass%	P ₂ O ₅	0,112	mass%	K ₂ O	0,0207	mass%
SO ₃	0,0455	mass%	SO ₃	0,0443	mass%	MnO	0,0122	mass%
MnO	0,0248	mass%	MnO	0,0247	mass%	CuO	0,0091	mass%
Co ₂ O ₃	0,0234	mass%	Co ₂ O ₃	0,0209	mass%	V ₂ O ₅	0,0058	mass%
BaO	0,0181	mass%	BaO	0,0167	mass%	Cr ₂ O ₃	0,0038	mass%
Cl	0,0127	mass%	Cl	0,0127	mass%	SnO ₂	0,0025	mass%
SnO ₂	0,0113	mass%	SnO ₂	0,0117	mass%	Y ₂ O ₃	0,0014	mass%
SrO	0,0097	mass%	SrO	0,0097	mass%	HfO ₂	ND	mass%

V2O5	0,0062	mass%	V2O5	0,0068	mass%	SrO	0,0005	mass%
CuO	0,0057	mass%	CuO	0,0054	mass%	ZnO	0,0005	mass%
Ta2O5	0,004	mass%	Ta2O5	0,0042	mass%	Ta2O5	ND	mass%
ZnO	0,0031	mass%	ZnO	0,003	mass%	PbO	0,0003	mass%
Y2O3	0,0029	mass%	HfO2	0,003	mass%	U3O8	0,0002	mass%

d. Genesis Jasper di Daerah Penelitian

Genesis jasper di daerah penelitian dapat diinterpretasikan terbentuk akibat proses peperitisasi. Peperitisasi merupakan istilah genetik yang diterapkan untuk batuan yang terbentuk insitu oleh magma yang berbau dengan sedimen basah yang belum terkonsolidasi atau konsolidasinya masih buruk. Istilah ini juga mengacu pada campuran yang dihasilkan oleh proses yang sama pada kontak lava dan endapan aliran piroklastik panas dengan sedimen (McPhie.dkk, 2001). Keterdapatan jasper pada daerah penelitian berasosiasi dengan lava basalt serta breksi hialoklastik, hal tersebut mengindikasikan bahwa terbentuknya jasper pada lingkungan bawah laut (*submarine volcano*). Lava basalt merupakan produk dari letusan gunung api bawah laut yang bersifat efusif dengan komposisi magma basaltik, viskositas yang rendah sehingga mengalir menuruni lereng gunung api tersebut selanjutnya terjadi kontak langsung dengan sedimen didasar laut yang belum terkonsolidasi. Reaksi dari proses pencampuran antara lava basalt dengan sedimen basah (peperitisasi), menyebabkan perubahan fisik dan mineralogi pada sedimen basah yang kemudian menjadi sangat kompak, dengan tekstur yang halus. Selanjutnya kontrol alterasi hidrotermal berupa silisifikasi/*silisified* menjadikan komposisi silika (SiO₂) meningkat menjadi cukup tinggi (Tabel 1), sedangkan warna yang beragam pada jasper dilokasi penelitian bergantung pada komposisi pengotornya, ada yang berwarna merah, coklat hingga hijau.

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi semua data data yang ada serta dari uraian hasil dan pembahasan, maka hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Satuan morfologi daerah penelitian termasuk kedalam perbukitan bergelombang hingga berbukit dengan beda tinggi morfologi 50-200 meter, dengan kontur tertinggi ± 250 meter dan kontur terendah ± 60 meter, Satuan ini ditunjukkan dengan pola kontur yang cenderung agak rapat dengan kemiringan lereng 20 % dan tergolong ke dalam klasifikasi yang berlereng sedang.
2. Satuan batuan di daerah penelitian terbagi atas 4 (empat) satuan litologi dari tua ke miuda yaitu satuan batupasir tuffan, Intrusi Diabas, Satuan Breksi Vulkanik dan Satuan Lava Basalt.
3. Lineasi struktur daerah penelitian memiliki pola yang sama dengan pola umum yang berkembang di Jawa Tengah yaitu Timurlaut-Baratdaya.
4. Keterdapatan jasper pada daerah penelitian berasosiasi dengan lava basalt serta breksi hialoklastik, hal tersebut mengindikasikan bahwa terbentuknya jasper pada lingkungan bawah laut (*submarine volcano*). Potensi jasper sebagian besar tersebar di bagian utara daerah penelitian serta umumnya dijumpai menyisip pada celah antar batas tubuh lava basalt dalam ukuran dan bentuk yang sangat bervariasi, seperti urat berlapis/*laminated*, bongkah fragmen, nodul-nodul berukuran >1 cm, serta bentuk melengkung. Pembentukan jasper dilokasi penelitian berhubungan dengan proses peperitisasi, dimana tubuh lava mengalami kontak langsung dengan sedimen basah menyebabkan perubahan fisik dan mineralogi pada sedimen basah menjadi sangat kompak, dengan tekstur yang halus. Selanjutnya proses alterasi hidrotermal berupa silisifikasi/*silisified* menjadikan komposisi silika (SiO₂) meningkat menjadi cukup tinggi.

b. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih detil terutama pada Formasi Waturanda tentang keberadaan lava basalt dan kemungkinan tentang kaitanya dengan pembentukan jasper.
2. Potensi jasper dilokasi penelitian agar lebih dioptimalkan lagi oleh pemerintah setempat guna peningkatan perekonomian lokal dengan cara dikelola langsung oleh

masyarakat (swadaya masyarakat) dan tentunya dibawah pengawasan langsung pemerintah setempat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih saya ucapkan pada LP3M UNSOED Purwokerto atas bantuan dan hibah sehingga penelitian ini bisa terlaksana, serta kepada rekan dosen di Jurusan Teknik Geologi UNSOED, khususnya Siswandi, ST.,M.T dan Adi Candra, ST.,M.T yang bersedia meluangkan waktunya untuk berdiskusi tentang penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Guilbert, G.M & Park, C.F., 1986, *The Geology of Ore Deposits*, W.H. Freeman and Company, New York.
- McPhie J., Doyle. M and Allen. R, 1993., *Volcanic Textures A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks Centre for Ore Deposit and Exploration Studies*. University of Tasmania.
- Pulunggono, A., dan Martodjojo, S., 1994.*Perubahan tektonik Paleogen-Neogen Merupakan peristiwa tektonik penting di Jawa*; Proceeding Geologi dan Geologi Tektonik Pulau Jawa, ISBN,UGM Yogyakarta, p. 37-51.
- Skilling I.P., White. J.D.L., McPhie. J, 2001., Peperite: a review of magma sediment mingling *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 114 (2002).
- Van Bemmelen, RS., 1949. *The Geology of Indonesia*, Vol 1A.1st Edition. Govt. Printing Office, The Hague.
- Vaughan, D.J., Craig, J.R., 1981, *Ore Microscopy Ore Petrography*, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, 406h.
- William, H., Turner, F.J., Gilbert, C.M., 1954, *Petrography, An Introduction to Study of Rocks in Thin Section*, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 406 h.