

# Analisis Sistem Kristal dan Unsur serta Topografi Permukaan Batu Api dengan Metode XRD dan SEM-EDS

PERDINAN SINUHAJI, KERISTA SEBAYANG, SYAHRUL HUMAIDI, SUSILAWATI, DAN ADITIA WARMAN  
FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

**Abstract:** A research on the analysis of the crystal system and elements as well as the surface morphology of flint with methods of XRD and SEM-EDS. Flint has a hexagonal crystal system with lattice parameters,  $a = 4.8850 \text{ \AA}$ ,  $b = 4.8850 \text{ \AA}$  and  $c = 5.3713 \text{ \AA}$  and  $\alpha = \beta = 90^\circ$ ,  $120^\circ$  with  $\gamma =$  density  $\rho = 3.957 \text{ gr/cm}^3$ . Flint from Ende-Flores NTT has elements: oxygen (O) 47.56 Mass%, magnesium (Mg) 6.42 Mass%, aluminium (Al) 5.50 Mass%, silica (Si) 30.63 Mass%, and ferum (Fe) 9.90 Mass% with square microstructural irregular, uniform solids.

**Keywords:** flint, elemental composition, microstructure and crystal system

**Email:** perdinansinuhaji@gmail.com

## 1 PENDAHULUAN

Batu api atau rijang adalah batuan endapan silikat kriptokristalin dengan permukaan licin (*glassy*). Disebut "batu api" karena jika diadu dengan baja atau batu lain akan memercikkan bunga api yang dapat membakar bahan kering. Batu rijang mempunyai bentuk *bedded* dan nodular. Rijang (*chert*) dengan bentuk *bedded* biasanya ditemukan pada daerah laut dalam dan berasosiasi dengan radiolaria dan lava bantal. Sedangkan *chert* dengan bentuk nodular biasa ditemukan pada batugamping yang terbentuk oleh proses diagenesa berupa penggantian (*replacement*). Rijang biasanya berwarna kelabu tua, biru, hitam, atau coklat tua. Rijang (*Chert*), adalah batuan sedimen silikaan berbutir halus yang keras dan kompak. Kebanyakan perlapisan rijang tersusun oleh sisa organisme penghasil silika seperti diatom dan radiolaria. Batuan rijang terbentuk oleh kristal kuarsa berukuran lanau (mikrokuarsa) dan kalsedon, sebuah bentuk silika yang terbuat dari serat memancar dengan panjang beberapa puluh hingga ratusan mikrometer. Lapisan rijang terbentuk sebagai sedimen primer atau oleh proses diagenesis. Secara umum dianggap bahwa batuan ini terbentuk sebagai hasil perubahan kimiawi pada pembentukan batuan endapan terkompresi, pada proses diagenesis.

Ada teori yang menyebutkan bahwa bahan serupa gelatin yang mengisi rongga pada sedimen, misalnya lubang yang digali oleh mollusca, yang kemudian akan berubah menjadi silikat. Teori ini dapat menjelaskan bentuk kompleks yang ditemukan pada rijang [1], [3].

## 2 KAJIAN LITERATUR

Rijang ( $\text{SiO}_2$ ) adalah batuan endapan silikat kriptokristalin dengan permukaan yang licin (*glassy*). Rijang biasanya sering di sebut sebagai batu api oleh orang awam. Rijang terbentuk di lautan dalam dan batuan ini sering di gunakan sebagai batu permata karena memiliki warna yang biasanya cerah seperti merah hati. Rijang merupakan batuan sedimen yang di endapkan di laut dalam zona abyssal, yang berdasarkan kandungan fosil relik radiolaria (Wakita,dkk 1996) menunjukkan bahwa batuan ini berumur kapur atas, sedangkan batu gamping merah adalah endapan plankton gampingan yang mungkin terkumpul pada bagian-bagian meninggi. Perlapisan rijang tersusun oleh sisa organisme penghasil silika seperti diatom dan Radiolaria. Endapan tersebut dihasilkan dari hasil pemadatan dan rekristalisasi dari lumpur silika organik yang terakumulasi pada lautan yang dalam. Saat organisme tersebut mati cangkang mereka diendapkan perlahan di dasar laut dalam yang kemudian mengalami akumulasi yang masih saling lepas. Beberapa perlapisan rijang belum tentu berasal dari bahan organik, bisa saja berasal dari presipitasi silika yang berasal dari dapur magma yang sama pada basaltik bawah laut (lava bantal) yang mengalami presipitasi bersama dengan perlapisan rijang. Lumpur tersebut bersama-sama terkumpul di bawah zona-zona plangktonik radiolaria dan diatom saat hidup di permukaan air laut dengan suhu yang hangat. Material-material tersebut diendapkan jauh dari busur daratan hingga area dasar samudra, saat suplai sedimen terrigenius rendah, dan pada bagan terdalam dari dataran abissal terdapat batas ini dinamakan *Carbonate Compensation Depth (CCD)*, di mana akumulasi material-material *carcareous* tidak

dapat terbentuk. Hal ini dikarenakan salah satu sifat air adalah air dingin akan mengikat lebih banyak CO<sub>2</sub> dibanding dengan air hangat. Di laut, terdapat satu batas yang jelas dimana kandungan CO<sub>2</sub> di bawah lebih tinggi. Dibawah batas tersebut, kandungan CO<sub>2</sub> sangat tinggi akibatnya organisme yang mengandung karbonat akan larut di CCD sehingga tidak akan mengendapkarena tidak akan pernah ke dasar laut. Carbonate Compensation Depth ini teleh sekitar kedalaman 2500 meter atau 2,5 kilometer di bawah permukaan laut. Diatas *Carbonate Compensation Depht*, sekitar 2 km, terdapat suatu daerah yang di sebut *lysoclyne*. Disini, sebagian karbonat sudah mulai larut sebagian. Beberapa perlapisan rijang belum tentu berasal dari bahan organik. Bisa saja berasal dari presipita silika yang berasal dari dapur magma pada basaltik bawah laut (lava bantal) yang mengalami presipitasi bersamaan dengan perlapisan rijang. Secara umum dianggap bahwa batuan ini terbentuk sebagai hasil perubahan kimiawi pada pembentukan batuan endapan erkompresi, pada proses diagenesis. Ada teori yang mengatakan bahwa bahan serupa geliatin yang mengisi rongga sedimen, misalnya lubang ayang di gali oleh mollusca, yang kemudian akan berubah menjadi silikat [4].

Tabel 1. Komposisi kimia batu rijang [2]

Senyawa	Rijang	Batupenaker (Flint)	Nodule rijang	Serpilh diatomean	Rijang hijau
SiO <sub>2</sub>	93,54	98,93	70,78	73,71	85,78
TiO <sub>2</sub>			0,03	0,50	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,26	0,14	0,45	7,25	5,68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,48	0,06	0,02	2,63	2,92
FeO		0,08	0,30	0,44	2,09
MnO	0,79	0,01	0,02		
MgO	0,23	0,02	1,88	1,47	0,25
CaO	0,66	0,04	12,90	1,72	0,48
Na <sub>2</sub> O	0,37		0,05	1,19	0,68
K <sub>2</sub> O	0,51		0,06	1,00	0,36
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,72	0,17	0,32	6,94	
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,21	0,27	0,48	2,88	1,88
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>-</sup>			0,16	0,24	
CO <sub>2</sub>		0,02	12,04		
SO <sub>3</sub>				0,16	
C		0,18	0,33		
Total	99,86	99,92	100,14	100,13	100,13

Sifat fisik rijang (SiO<sub>2</sub>), berwarna merah hati, kelabu tua, biru, hitam, coklat tua, belahan/pecahan tidak sempurna/choncoidal, kekerasan 6,5-8 skala mosh, sistim kristal hexagonal, berat jenis 2,6 gr/cm<sup>3</sup>, kemagnetan diamagnetit dan tidak teransparan Pemanfaatan batu rijang ini biasanya digunakan untuk indkator dalam laut (abyssal) dan pada zaman batu, rijang banyak di gunakan untuk membuat senjata dan peralatan seperti pedang, mata anak panah, pisau, kapak, dan lain-lain. Tetapi yang paling populer rijang digunakan untuk ornamen-ornamen dan batu permata. Rijang banyak tersebar di Indonesia, diantaranya: Daerah istimewa aceh, Jawa barat, Jawa tengah, Jawa timur, Kalimantan barat, Kalimantan selatan, Sulawesi selatan, Nusa tenggara timur NTT [2],[5]. Batu api yang diteliti ini adalah

batu api yang berasal dari Kabupaten Ende-Flores Nusa Tenggara Timur (NTT) Indonesia yang jumlahnya besar se-gunungan diatas tanah leluhur dari Bapak Enggel Manda, telp. 082144790353 Medan. Adapun gambar batu api ditampilkan seperti gambar 1.



Gambar 1. Bongkahan Batu Api dari Ende-Flores NTT.

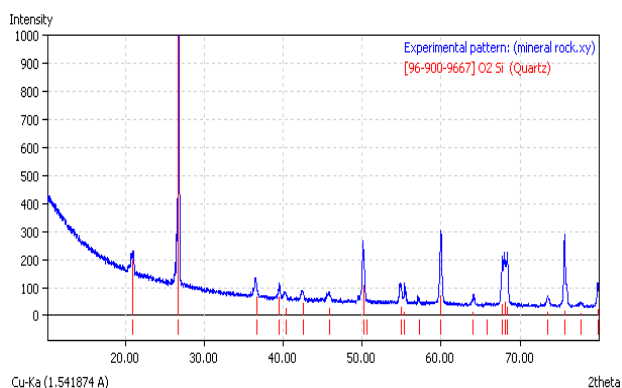
### 3 METODE PENELITIAN

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu api yang diperoleh dari Ende-Flores, Nusa Tenggara Timur (NTT) Indonesia. Alat yang digunakan: XRD, SEM-EDS. karaterisasi dilakukan meliputi: sistem kristal, analisis unsur, mikrostruktur. Batu api awalnya dibersihkan menggunakan air, dikeringkan selanjutnya dihaluskan 100 mesh, kemudian bubuk batu api dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C, selama 2 jam.

### 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Sistem Kristal Batu Api

Pola difraksi batu api yang telah dilakukan dengan XRD ditampilkan seperti pada Gambar 2.

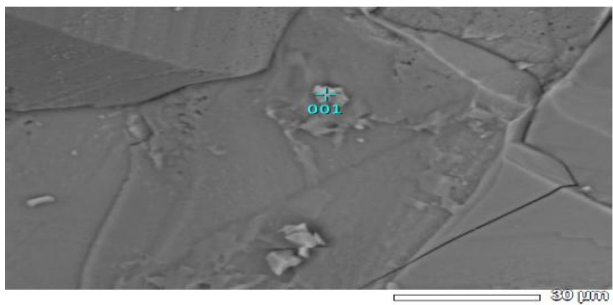


Gambar 2. Pola Difraksi Batu Api.

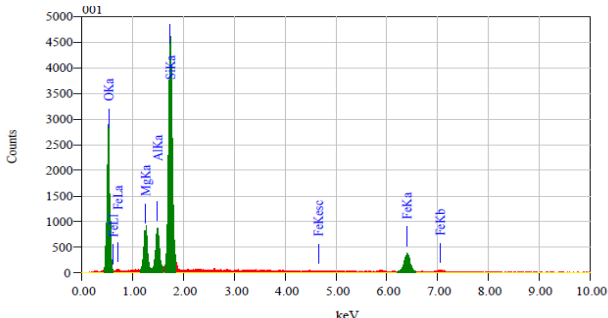
Dari Gambar 2 di atas, diperoleh pola difraksi batu api di atas dapat diinterpretasikan sudut-sudut puncak pola difraksi batu api bahwa batu api memiliki sistem kristal: hexagonal dengan parameter kisi:  $a = 4.8850 \text{ \AA}$ ,  $b = 4.8850 \text{ \AA}$  dan  $c = 5.3713 \text{ \AA}$  serta  $\alpha = \beta = 90^\circ$ ,  $\gamma = 120^\circ$  dengan  $V = 111.01(1) \text{ \AA}^3$ , densitas  $\rho = 3.957 \text{ gr/cm}^3$  [6].

**Topografi Permukaan**

Topografi permukaan batu api telah diamati dengan SEM-EDS, diperoleh dalam bentuk persegi tidak beraturan, uniform padat pengotor seperti yang ditampilkan pada Gambar 3a dan analisis elementer batu api ditampilkan seperti Gambar 3b berikut ini:



(a)



Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom%	Compound	Mass%	Cation	K
O	0.525	47.56	0.12	63.14				56.0482
Mg	1.253	6.42	0.10	5.61				4.2110
Al	1.486	5.50	0.09	4.33				3.9921
Si	1.739	30.63	0.09	23.16				25.4650
Fe	6.398	9.90	0.27	3.76				10.2837
Total		100.00		100.00				

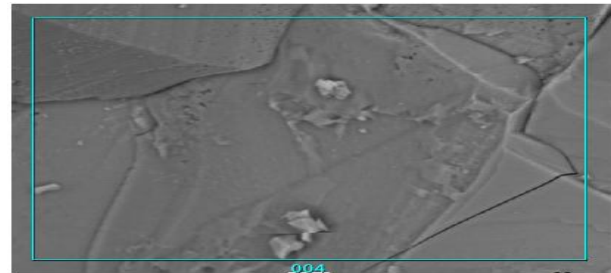
(b)

Gambar 3. (a).Topografi Permukaan Batu Api. (b). Analisis Elementer Batu Api

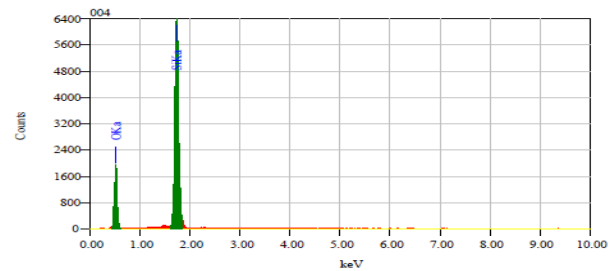
Topografi permukaan batu api telah diamati dengan SEM-EDS, diperoleh dalam bentuk persegi tidak beraturan, uniform padat bahan utama seperti yang ditampilkan pada Gambar 4a dan analisis elementer batu api ditampilkan seperti Gambar 4b.

Analisis unsur batu api telah dilakukan dengan SEM-EDS dengan ZAF Method Standardless Quantitative Analysis bahwa batu api asal Ende-Flores NTT, memiliki unsur: Oksigen (O) 47.56 Mass%, Magnesium (Mg) 6.42 Mass%, Aluminium (Al) 5.50 Mass%, Silika (Si) 30.63 Mass%, dan Ferum (Fe) 9.90 Mass%

dengan mikrostruktur persegi tidak beraturan, uniform padat [6].



(a)



Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom%	Compound	Mass%	Cation	K
O	0.525	50.71	0.23	64.37				50.7347
Si	1.739	49.29	0.13	75.63				49.2653
Total		100.00		100.00				

(b)

Gambar 4. (a). Topografi Permukaan Batu Api. (b). Analisis Elementer Batu Api.

**5 KESIMPULAN**

Berdasarkan data dan hasil karakterisasi batu api berasal dari Ende-Flores NTT dapat disimpulkan sebagai berikut:

Batu api memiliki sistem kristal: hexagonal dengan parameter kisi:  $a = 4.8850 \text{ \AA}$ ,  $b = 4.8850 \text{ \AA}$  dan  $c = 5.3713 \text{ \AA}$  serta  $\alpha = \beta = 90^\circ$ ,  $\gamma = 120^\circ$  dengan  $V = 111.01 \text{ \AA}^3$ , densitas  $\rho = 3.957 \text{ gr/cm}^3$ .

Analisis unsur telah dilakukan dengan ZAF Method Standardless Quantitative Analysis bahwa batu api memiliki unsur: Oksigen (O) 47.56 Mass%, Magnesium (Mg) 6.42 Mass%, Aluminium (Al) 5.50 Mass%, Silika (Si) 30.63 Mass%, dan Ferum (Fe) 9.90 Mass%.

Mikrostruktur batu api berbentuk persegi tidak beraturan, uniform padat.

**REFERENSI**

[1] <http://mahasiswatengil.blogspot.com/2013/05/sedimen-non-klastik.html>. di akses pada tgl. 14 Maret 2016.  
 [2] <http://rijangwp.blogspot.co.id/2015/02/bahan-galian-rijang.html>. di akses pada tgl. 10 Maret 2016.  
 [3] <https://ekonomiluwu.wordpress.com/tag/rijang/>. di akses pada tgl. 14 Maret 2016.

<sup>[4]</sup> <http://geoballhmtgbumi.wordpress.com/2011/02/22/rijang-sebagai-indikator-laut-dalam/>. di akses pada tgl. 14 Maret 2016.

<sup>[5]</sup> <http://dunia atas.blogspot.Com/2012/11/rijang-sebagai-batu-setengah-permata.html>. di akses pada tgl. 10 Maret 2016.

<sup>[6]</sup> Gualtieri A. F., "Accuracy of XRPD QPA using the combined Rietveld-RIR method Locality: Baveno, Novara, Italy", *Journal of Applied Crystallography* 33, 267-278 (2000). \_\_\_\_\_