

Analisis Komposisi Bahan Bata Purba Di Candi Serut B (TLJ I)

Muhamad Shafiq Mohd Ali & Zuliskandar Ramli

Abstrak

Tujuan kajian ini dilakukan adalah untuk menentukan samada bata kuno yang terdapat di Candi Serut B menggunakan bahan mentah daripada sumber tempatan atau tidak. Bahan binaan utama yang digunakan dalam pembinaan candi ini adalah bata daripada tanah liat yang dibakar. Analisis saintifik menggunakan kaedah sinar-X berpendarflour (XRF) dan pembelauan sinar-X (XRD) boleh menentukan kandungan kimia yang terdapat dalam bata, iaitu kandungan mineral dan unsur utama serta unsur surih di dalam sampel bata. Hasil analisis mendapati kandungan mineral yang terdapat dalam sampel bata Candi Serut B adalah kuartza, kristabolite, anorthoclase, andesine, anorthite, hematite, labradorite, spinel, tealite, arsenopyrite, mullite dan juga cordierite. Perbandingan antara kandungan unsur surih dan unsur utama antara sampel bata dengan sampel lempung yang terdapat di sekitar kawasan percandian Batujaya menunjukkan terdapatnya pertindihan antara dua sampel. Ini menunjukkan bata yang digunakan dalam pembinaan Candi Serut B menggunakan tanah liat yang terdapat di sekitar kompleks percandian. Penggunaan bahan mentah tempatan menunjukkan kearifan penduduk tempatan dalam menghasilkan bata bagi membangunkan Candi Serut B.

Kata kunci: Candi Serut B, Kampung Gunteng, sinar-X berpendarflour (XRF), pembelauan sinar-X (XRD)

Abstract

The purpose of this study is to determine whether the ancient brick from Candi Serut B was built using raw material from local sources or not. The main constructed material used in the construction of this temple is made of fired clay bricks. Scientific analysis using the X-ray fluorescence (XRF) and X-ray diffraction (XRD) methods may determine the chemical content in the brick, such as mineral content, major and trace elements. Analysis shows that the bricks contain mineral such as quartz, kristabolite, anorthoclase, andesine, anorthite, hematite, labradorite, spinel, tealite, arsenopyrite, mullite and cordierite. Comparison of trace and major element of the bricks and clay samples suggesting that the chemical content of the bricks and clay samples are similar. This shows that the bricks used in the construction of Candi Serut B was made by clay taken from the vicinity area of Batujaya. The use of local raw materials indicates the local wisdom in producing bricks to develop the Candi Serut B.

Keywords: Candi Serut B, Kampung Gunteng, X-ray fluorescence (XRF), X-ray diffraction (XRD)

PENGENALAN

Candi Serut B atau TLJ I terletak di koordinat 107°08'50" E dan 06°03'23" N. pada tahun 1989, Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) bersama Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada dan Direktorat Perlindungan dan Pembinaan Peninggalan Sejarah dan Purbakala (Ditlinbinjarah) telah mengadakan penelitian geo-arkeologi, penggerudian dan juga ekskavasi pengujian dengan membuka beberapa kotak uji di tapak ini. daripada penelitian ini didapati kawasan ini mempunyai sisa bangunan candi di tiga bahagian tapak iaitu TLJ I-A, TLJ I-B dan TLJ I-C yang seluruhnya menghadap ke arah timur laut-barat daya dengan azimut sekitar 46°. (Djafar 2010).

Pada tahun 1999, Pusat Penelitian Kemasyarakatan dan Budaya LP-UI dan Jurusan Arkeologi Fakultas Sastra Universitas Indonesia mengadakan penelitian di kawasan tapak ini. penilitan terhadap tapak ini kemudian di sambung semula pada 2003 dan 2004 oleh kumpulan arkeologi Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya Universitas Indonesia. Candi Serut B mempunyai sisa runtuh bangunan yang sangat rosak. pelan lantainya berbentuk bujur sangkar dengan panjang sisi 7.77 m. Hanya terdapat satu tangga naik atau pintu masuknya iaitu terletak di sisi timur laut. pada bahagian dinding kaki candi di bahagian barat laut, terdapat kesan-kesan baik pulih atau perubahan yang mungkin terjadi pada waktu dahulu setelah bangunan candi tersebut siap dibina.

Oleh itu, objektif utama penyelidikan ini adalah untuk menentukan sama ada bata yang digunakan untuk pembinaan Candi Serut B telah dibuat dengan menggunakan tanah liat tempatan atau sebaliknya. Bata merupakan bahan binaan utama yang digunakan dalam pembinaan Candi Serut B dan salah satu kaedah yang boleh digunakan untuk mengetahui sama ada bahan mentah tempatan digunakan untuk membuat bata atau sebaliknya adalah dengan menentukan komposisi kimia bata-bata candi tersebut (Zuliskandar Ramli 2012, Zuliskandar Ramli et al. 2014). Kajian yang telah dilakukan sebelum ini terhadap bata purba menunjukkan bata candi telah dihasilkan daripada bahan mentah tempatan dan tidak menggunakan bahan daripada luar. Sebagai contoh, kajian yang telah dilakukan terhadap bata yang digunakan dalam pembinaan candi Sungai Mas (Tapak 32/34), Candi Bukit Pendiak (Tapak 17) dan Candi Pangkalan Bujang (Tapak 23) menunjukkan bahawa bahan mentah tempatan digunakan dalam pembuatan bata candi an didapati daripada lembangan Sungai Muda, Sungai Bujang, Sungai Terus dan kawasan berhampiran serta sekitar tapak candi (Ramli et al., 2012; Zuliskandar et al., 2011).

KAEDAH & BAHAN

Kajian ini menggunakan pendekatan saintifik dalam menentukan sama ada bata yang digunakan dalam pembinaan Candi Serut B menggunakan bahan mentah tempatan atau tidak. Terdapat 15 pecahan batu bata kuno diambil daripada kawasan Candi Serut B dan dimasukkan ke dalam beg plastik serta ditandakan mengikut kod CSB bagi Candi Serut B. Kesemua sampel dibawa ke makmal untuk rawatan sampel dimana setiap sampel dibersihkan menggunakan air dan kemudian dikeringkan pada suhu tetap 120°C selama 2 hari. Sampel ini kemudiannya dikisar sehingga menjadi serbuk halus dan dikeringkan sekali lagi pada suhu tetap 120°C selama 1 hari. Sampel-sampel ini kemudiannya dihantar untuk dianalisis dengan menggunakan dua teknik iaitu Teknik Pembelaan Sinar-X untuk menentukan kandungan mineral dalam sampel bata dan Teknik Sinar-X Berpendarflour untuk menentukan kandungan unsur utama. Data yang diperolehi kemudiannya akan dibandingkan dengan data analisis unsur tanah liat yang berada di sekitar Batujaya.

KEPUTUSAN & PERBINCANGAN

Analisis kandungan unsur batu bata yang terdapat Candi Serut B telah dilakukan untuk menentukan kandungan mineral dan kandungan unsur surih dalam bata kuno tersebut. Kandungan unsur yang terdapat dalam bata dapat menentukan sama ada bahan mentah yang digunakan dalam pembuatan

bata tersebut menggunakan bahan mentah tempatan atau sebaliknya. Oleh itu, analisis yang boleh menyokong hipotesis bahawa Candi Serut B ini telah dibina oleh penduduk tempatan menggunakan sumber bahan mentah tempatan.

Kandungan mineral yang didapati daripada bata Candi Serut B menunjukkan terdapat kehadiran mineral seperti kuartza dan kristabolit boleh didapati daripada semua sampel. Mineral albite juga boleh dilihat pada semua sampel kecuali CSB10 CSB11. Selain itu terdapat mineral seperti anorthoclase, andesine, anorthite, hematite, labradorite, spinel, tealite, arsenopyrite, mullite dan juga cordierite. Kandungan mineral yang terdapat dalam sampel bata pada setiap sampel ditunjukkan dalam Jadual 1 seperti ditunjukkan di bawah.

Jadual 1 : Kandungan mineral batuan bata di Candi Serut B

Lokasi	Sampel	Kandungan Mineral
Candi Serut B	CSB 1	Quartz, syn - SiO_2 Cristabolite low, SiO_2 Albite, calcian low - $(\text{Na}_{0.75}\text{Ca}_{0.25})(\text{Al}_{1.26}\text{Si}_{2.74}\text{O}_8)$ Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Andesine - $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$ Anorthite (Na-exchange) - $(\text{Na}_{0.45}\text{Ca}_{0.55})(\text{Al}_{1.55}\text{Si}_{2.45}\text{O}_8)$ Hematite - Fe_2O_3
	CSB 2	Quartz, syn - SiO_2 Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$ Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$ Albite, high - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Labradorite - $\text{Ca}_{0.68}\text{Na}_{0.30}(\text{Al}_{1.66}\text{Si}_{2.34}\text{O}_8)$ Albite, calcian low - $(\text{Na}_{0.84}\text{Ca}_{0.16})\text{Al}_{1.16}\text{Si}_{2.84}\text{O}_8$ Cristobalite, syn - SiO_2 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Hematite - Fe_2O_3
	CSB 3	Quartz, syn - SiO_2 Andesine - $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$ Labradorite - $(\text{Na}_5\text{Ca}_5)(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$ Anorthite (Na-exchange) - $(\text{Na}_{0.45}\text{Ca}_{0.55})(\text{Al}_{1.55}\text{Si}_{2.45}\text{O}_8)$ Albite high - $(\text{K}_{0.22}\text{Na}_{0.78})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.75}\text{K}_{0.25})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Hematite - Fe_2O_3
	CSB 4	Quartz low - SiO_2 Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$ Albite, calcian, ordered - $(\text{Na},\text{Ca})\text{Al}(\text{Si},\text{Al})_3\text{O}_8$ Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.75}\text{K}_{0.25})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Anorthite (Na-exchange) - $(\text{Na}_{0.45}\text{Ca}_{0.55})(\text{Al}_{1.55}\text{Si}_{2.45}\text{O}_8)$ Cristobalite, syn - SiO_2 Labradorite - $(\text{Na}_5\text{Ca}_5)(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$ Hematite - Fe_2O_3
	CSB 5	Quartz - SiO_2 Andesine - $\text{Na}_{0.622}\text{Ca}_{0.368}\text{Al}_{1.29}\text{Si}_{2.71}\text{O}_8$ Albite, high - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Labradorite - $(\text{Na}_5\text{Ca}_5)(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$ Cristabolite, syn - SiO_2

- Anorthite (Na-exchange) – $(\text{Na}_{0.45}\text{Ca}_{0.55})(\text{Al}_{1.55}\text{Si}_{2.45}\text{O}_8)$
 Hematite, syn – Fe_2O_3
- CSB 6 Quartz - SiO_2
 Anorthite, sodian, disordered – $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Albite high – $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Andesine – $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.50}\text{O}_8)$
 Labradorite – $(\text{Na}_{0.65}\text{Ca}_{0.35})(\text{Al}_{1.65}\text{Si}_{2.35}\text{O}_8)$
 Cristobalite, syn - SiO_2
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Hematite, syn – Fe_2O_3
- CSB 7 Quartz, syn - SiO_2
 Cristobalite, syn - SiO_2
 Albite intermediate – $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Labradorite – $(\text{Na}_{0.5}\text{Ca}_{0.5})(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$
 Anorthite (Na-exchange) – $(\text{Na}_{0.45}\text{Ca}_{0.55})(\text{Al}_{1.55}\text{Si}_{2.45}\text{O}_8)$
 Andesine – $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Hematite, syn – Fe_2O_3
- CSB 8 Quartz, syn - SiO_2
 Labradorite – $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.35}(\text{Al}_{1.65}\text{Si}_{2.35}\text{O}_8)$
 Albite calcian low - $(\text{Na}_{0.75}\text{Ca}_{0.25})\text{Al}_{1.26}\text{Si}_{2.74}\text{O}_8$
 Cristobalite, syn - SiO_2
 Hematite, syn – Fe_2O_3
 Andesine – $\text{Na}_{0.622}\text{Ca}_{0.368}\text{Al}_{1.29}\text{Si}_{2.71}\text{O}_8$
- CSB 9 Quartz, syn - SiO_2
 Albite, calcian, ordered – $(\text{Na},\text{Ca})\text{Al}(\text{Si},\text{Al})_3\text{O}_8$
 Anorthite, ordered – $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
 Labradorite – $(\text{Na}_{0.5}\text{Ca}_{0.5})(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$
 Cristobalite, syn - SiO_2
 Hematite, syn – Fe_2O_3
 Spinel, syn – Al_2MgO_4
- CSB 10 Quartz - SiO_2
 Cristobalite - SiO_2
 Tealite – PbSnS_2
 Anorthite, sodian, disordered – $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Hematite, syn – Fe_2O_3
 Arsenopyrite – $\text{FeAsS}/\text{FeS}_2.\text{FeAs}_2$
- CSB 11 Quartz - SiO_2
 Cristobalite low- SiO_2
 Mullite, syn – $\text{Al}_{4.64}\text{Si}_{1.36}\text{O}_{9.68}$
 Anorthite, sodian, disordered – $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Cordierite, syn – $\text{Mg}_2\text{Bi}_{0.168}(\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18})$
- CSB 12 Quartz - SiO_2
 Albite high – $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Andesine – $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$
 Labradorite - $\text{Ca}_{0.64}\text{Na}_{0.35}(\text{Al}_{1.63}\text{Si}_{2.37}\text{O}_8)$
 Anorthite (Na-exchange) – $(\text{Na}_{0.45}\text{Ca}_{0.55})(\text{Al}_{1.55}\text{Si}_{2.45}\text{O}_8)$

Cristobalite alpha, syn - SiO_2 Mullite, syn – $\text{Al}_{4.52}\text{Si}_{1.48}\text{O}_{9.74}$

- CSB 13 Quartz, syn - SiO_2
 Labradorite – $(\text{Na}_{0.5}\text{Ca}_{0.5})(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$
 Anorthite, sodian, disordered – $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Albite, disordered – $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$
 Cristobalite - SiO_2
 Andesine - $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$
 Hematite - Fe_2O_3
- CSB 14 Quartz - SiO_2
 Labradorite – $(\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.35})(\text{Al}_{1.65}\text{Si}_{2.35})\text{O}_8$
 Albite intermediate – $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Andesine - $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Cristobalite - SiO_2
 Hematite - Fe_2O_3
- CSB 15 Quartz, syn - SiO_2
 Andesine – $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Cristobalite, syn - SiO_2
 Anorthite (Na-exchange) – $(\text{Na}_{0.45}\text{Ca}_{0.55})(\text{Al}_{1.55}\text{Si}_{2.45}\text{O}_8)$
 Albite, calcian low – $(\text{Na}_{0.75}\text{Ca}_{0.25})(\text{Al}_{1.26}\text{Si}_{2.74}\text{O}_8)$
 Labradorite – $(\text{Ca}_{0.5}\text{Na}_{0.5})(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Hematite, syn – Fe_2O_3

Bagi kandungan unsur utama dalam sampel bata purba daripada Candi Serut B, peratusan kandungan unsur utama boleh dirujuk dalam Jadual 2 di bawah. Daripada jadual dapat dilihat sampel bata mengandungi peratusan berat kering bagi unsur silika antara 50.85 hingga 55.75%. Peratusan berat kering bagi titanium pula adalah daripada 0.83 hingga 1.07%. Peratusan berat kering bagi aluminium pula adalah daripada 15.89 hingga 21.95%. Kandungan berat kering bagi besi pula adalah dalam lingkungan 7.71 hingga 10.62%. Mangan pula mempunyai peratusan berat kering dalam lingkungan 0.14 hingga 0.25%. Bagi magnesium, peratusan berat kering adalah daripada 0.95 hingga 1.79% dan kalsium pula 0.92 hingga 2.35%. Peratusan kandungan berat kering bagi natrium dan kalium masing-masing berada dalam lingkungan 0.47 hingga 1.29% dan 0.85 hingga 1.18%. Bagi unsur fosforus dan sulfur, peratusan kandungan berat kering masing-masing dalam lingkungan 0.21 hingga 0.67% dan 0.03 hingga 0.16%.

Jadual 2: Kandungan unsur utama dalam bata purba di Candi Serut B (%)

Formula	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3
CSB 1	55.75	0.92	20.54	8.47	0.18	1.26	0.92	0.47	0.93	0.23	0.05
CSB 2	52.58	0.98	18.52	9.42	0.14	1.79	2.35	1.29	1.18	0.67	0.07
CSB 3	55.62	0.96	17.26	8.30	0.17	1.07	1.50	0.75	1.18	0.26	0.05
CSB 4	54.41	0.92	19.91	8.07	0.14	1.36	1.48	0.69	0.97	0.36	0.04
CSB 5	54.09	0.92	18.09	8.48	0.19	1.19	1.09	0.55	1.12	0.66	0.05
CSB 6	55.31	0.92	19.66	8.45	0.17	1.14	1.12	0.57	1.07	0.50	0.06
CSB 7	53.84	0.95	15.89	8.38	0.17	0.96	1.13	0.62	1.04	0.23	0.03
CSB 8	55.21	0.97	18.96	8.52	0.19	1.24	1.18	0.61	1.00	0.21	0.06
CSB 9	50.85	1.07	21.11	10.62	0.20	1.47	1.10	0.49	0.85	0.25	0.05
CSB 10	53.67	0.97	17.96	8.70	0.17	1.13	1.02	0.51	0.97	0.54	0.05
CSB 11	55.28	1.02	19.19	8.83	0.16	1.24	1.35	0.79	1.02	0.46	0.04
CSB 12	53.30	0.98	17.93	8.76	0.17	1.11	0.98	0.51	0.98	0.63	0.05

CSB 13	53.64	1.01	21.95	9.11	0.16	1.12	1.27	0.51	1.09	0.53	0.07
CSB 14	54.93	0.83	17.61	7.71	0.23	0.95	1.37	1.28	1.17	0.36	0.16
CSB 15	54.54	0.97	19.48	8.66	0.25	1.18	1.09	0.63	1.02	0.52	0.06

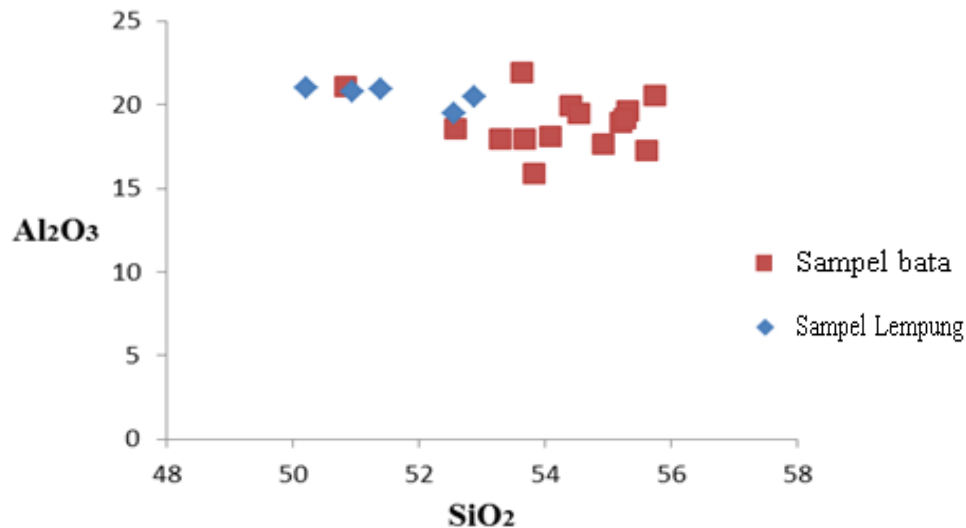
Kandungan unsur surih yang terdapat dalam sampel bata Candi Serut B adalah seperti barium, kromium, kuprum, nikel, rubidium, strontium, zink, klorin dan juga zirconium. Kandungan unsur surih setiap sampel bata pada Candi Serut B boleh dilihat dalam Jadual 3 di bawah. Daripada jadual, dapat diperhatikan hanya rubidium, strontium, zink dan zirkonium sahaja yang hadir unsur surihnya dalam setiap sampel. Kandungan unsur barium dalam sampel bata adalah dalam lingkungan 200 hingga 600 ppm. Bagi kromium pula kandungannya dalam lingkungan 50 ppm hingga 100 ppm. Kuprum kandungannya berada dalam lingkungan 54 hingga 87 ppm. Kandungan nikel pula antara 38 hingga 61 ppm. Bagi rubidium dan strontium pula, kandungannya masing-masing adalah daripada 32 hingga 54 ppm dan 100 hingga 400 ppm. Bagi zink dan zirconium pula, kandungannya masing-masing berada dalam lingkungan 100 hingga 1100 ppm dan 100 hingga 400 ppm. Bagi kandungan klorin pula, kandungan unsur surihnya berada dalam lingkungan 100 hingga 2800 ppm.

Jadual 3: Kandungan unsur surih dalam bata purba di Candi Serut B (ppm)

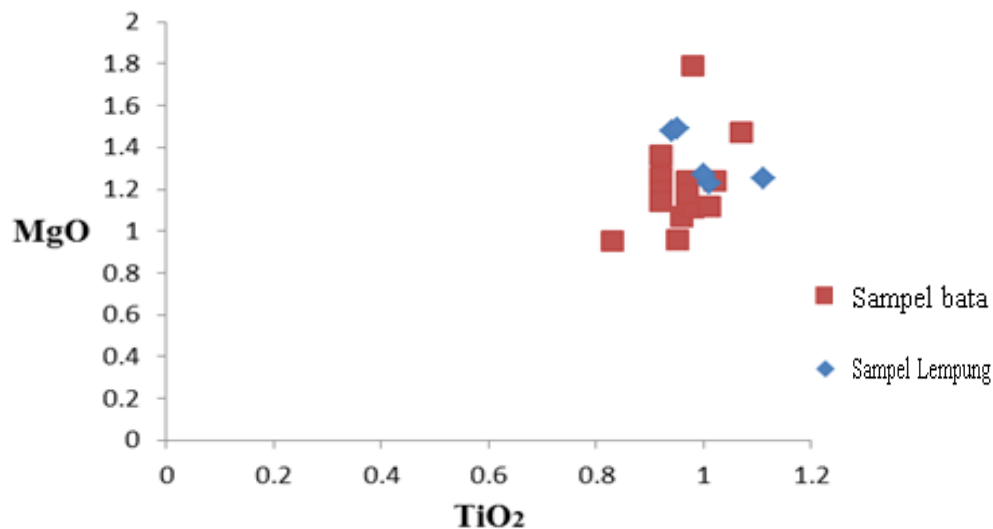
Formula	BaO	Cr ₂ O ₃	CuO	NiO	Rb ₂ O	SrO	ZnO	ZrO ₂	Cl
CSB 1	300	71	61	57	38	100	200	200	100
CSB 2	400	86	63	61	48	200	100	100	700
CSB 3	400	BDL	56	BDL	54	200	200	200	BDL
CSB 4	300	BDL	62	BDL	37	100	200	400	BDL
CSB 5	200	93	66	38	43	100	200	200	100
CSB 6	600	BDL	76	BDL	42	100	200	200	200
CSB 7	BDL	53	67	BDL	46	100	1100	200	BDL
CSB 8	BDL	50	54	BDL	41	100	200	200	500
CSB 9	BDL	100	87	41	38	100	200	200	BDL
CSB 10	400	BDL	73	51	49	100	200	200	100
CSB 11	BDL	BDL	BDL	48	44	400	200	200	400
CSB 12	300	BDL	58	49	38	100	200	200	BDL
CSB 13	500	91	71	BDL	32	100	200	200	BDL
CSB 14	400	81	69	49	51	200	100	200	2800
CSB 15	BDL	88	67	58	32	100	200	200	200

#BDL= Below Detection Limit

Peratusan berat kering unsur SiO₂ dan Al₂O₃ bagi sampel bata Candi Serut B ditunjukkan dalam Gambar 1. Kandungan silika dan aluminium menunjukkan bata mempunyai kandungan silika yang tinggi. Peratusan berat kering unsur MgO dan TiO₂ bagi sampel bata di Candi Serut B dapat dilihat pada Gambar 2. Daripada gambar dapat dilihat penggunaan bahan asas daripada sumber yang sama dan kemungkinan sumber bahan mentah tempatan digunakan dalam pembuatan bata di candi Serut B.



Gambar 1: Peratus berat kering unsur (%) SiO₂ dan Al₂O₃ bagi sampel bata di Candi Serut B dan lempung di sekitar kawasan percandian



Gambar 2: Peratusan berat kering unsur (%) MgO dan TiO₂ bagi sampel bata di Candi Serut B dan lempung di sekitar kawasan percandian

KESIMPULAN

Analisis kandungan unsur di dalam bata purba daripada Candi Serut B, Batujaya menunjukkan kebanyakan sampel yang dianalisis menggunakan sumber bahan mentah yang sama. Beberapa mineral utama yang terdapat dalam bata mencadangkan bahan mentah diambil daripada tanah liat yang mempunyai campuran daripada tanah kawasan gunung berapi. Berdasarkan analisis unsur utama dan unsur surih, dapat ditunjukkan bahawa bahan mentah yang digunakan untuk membuat bata diambil daripada sumber yang sama. Ini boleh dicadangkan bahawa bahan mentah yang digunakan diambil daripada sumber tempatan dan boleh dicadangkan bahawa orang-orang tempatan turut mengambil bahagian dalam proses pembuatan bata ini yang digunakan dalam pembinaan Candi Serut B.

RUJUKAN

Djafar, Hassandkk. 1998. Penelitian Arkeologi di Situs Segaran II, Depok: Pusat Penelitian Kemasyarakatan dan Budaya, Lembaga Penelitian Universitas Indonesia.

- Djafar, Hasan. 2010. Kompleks Percandian Batujaya: Rekonstruksi Sejarah Kebudayaan Daerah Pantai Barat Utara Jawa Barat. Bandung. Penerbit Kiblat Buku Utama.
- Jurusan Arkeologi FSUI. 1985. Peninggalan Purbakala di Batujaya, Kerawang. Lapotan Jurusan Arkeologi Fakultas Sastra Universitas Indonesia untuk Proyek Penelitian Purbakala Jakarta. (Tidak diterbitkan)
- Jurusan Arkeologi FSUI. 1986. Laporan Sementara Penggalian Purbakala di Desa Segaran, Kecamatan Batujaya, Kabupaten Karawang, Propinsi Jawa Barat (Tidak diterbitkan).
- Ramli, Z., N.H.S.N.A. Rahman, A. Jusoh and M.Z. Hussein, 2012. Compositional analysis on ancient bricks from Candi Sungai Mas (Site 32/34), Bujang Valley, Kedah. *Am. J. Appl. Sci.*, 9: 196-201.
- Zuliskandar Ramli 2012. Proses Akulturasi Budaya India dan Transformasi Ilmu Masyarakat Melayu Kedah Tua Berdasarkan Data Arkeologi dan Kajian Saintifik. Tesis PhD. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Zuliskandar, R., H.S. Nik, A.R. Nik, L.S. Abdul, M.N. Suhaini and A.M. Mohd, 2011. Scientific analysis of ancient bricks at Bukit Pendi Temple (Site 17) and Pengkalan Nujang Temple (Site 23): A comparative study. *Res. J. Appl. Sci.*, 6: 473-478.
- Zuliskandar Ramli, Nik Hassan Shuhaimi Nik Abdul Rahman, Abdul Latif Samian, Muhammad Rizal Razman, Sharifah Zarini Syed Zakaria & Ahmad Rizal Mohd Yusof. 2014. Usage of Local Raw Material in the Construction of Candi Pengkalan Bujang (Site 18), Bujang Valley, Kedah. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. 7(9): 1779-1786.

Muhamad Shafiq Mohd Ali
Pegawai Sains
Institut Alam dan Tamadun Melayu (ATMA)
Universiti Kebangsaan Malaysia
Email: muhdshafiq@ukm.edu.my

Zuliskandar Ramli (Ph.D)
Timbalan Pengarah/Prof. Madya
Institut Alam dan Tamadun Melayu (ATMA),
Universiti Kebangsaan Malaysia
Email: ziskandar2109@gmail.com