

Analisis Komposisi Bata Purba di Candi Lingga (TJL II), Batujaya, Indonesia

oleh

MUHAMAD SHAFIQ MOHD ALI* dan ZULISKANDAR RAMLI**

Abstrak

Tujuan kajian ini dilakukan adalah untuk menentukan sama ada bata kuno yang terdapat di candi Lingga menggunakan bahan binaan daripada sumber tempatan atau tidak. Bahan binaan utama yang digunakan dalam pembinaan candi ini adalah bata. Analisis saintifik terhadap bata untuk binaan candi dapat menunjukkan bata diperbuat daripada bahan mentah tempatan atau tidak. Analisis saintifik menggunakan kaedah sinar-X Berpendarflour (XRF) dan Pembelauan sinar-X (XRD) boleh menentukan kandungan kimia yang terdapat dalam bata, antara lain juga kandungan mineral dan juga unsur utama serta unsur surih bata juga dapat diketahui. Pengetahuan dalam unsur bata tersebut membolehkan diketahui sama ada bahan mentah tempatan digunakan dalam proses pembuatan bata. Penggunaan bahan mentah tempatan menunjukkan kebijaksanaan masyarakat tempatan dalam pembinaan candi Lingga.

Kata kunci: Sinar-X berpendarflour (XRF), Pembelauan sinar-X (XRD), Candi Lingga.

Pengenalan

Candi Lingga atau TLJ II terletak di koordinat 107°08'48"E dan 06°03'18"N dan berkeluasan 60 X 50 m serta berketinggian 1.50 m daripada permukaan tanah

* Pegawai Sains; ** Felo Penyelidik Kanan di Institut Alam dan Tamadun Melayu (ATMA), Universiti Kebangsaan Malaysia.

sawah yang terdapat di sekitarnya. Pada bahagian selatan tapak candi Lingga (TLJ II-A), kedudukan tanahnya yang tinggi pernah dijadikan kawasan pertanian manakala pada bahagian utaranya (TLJ II-B) yang lebih rendah telah dijadikan tapak perumahan oleh pemilik tanah ini. Pada masa kini, bahagian tengah tapak tersebut telah dijadikan kawasan penanaman padi dan memisahkan tapak tersebut menjadi dua bahagian iaitu utara dan selatan. Susunan bata yang berbentuk membujur menghadap barat laut- tenggara telah dijumpai bersama-sama pecahan dan runturan bata di bahagian selatan tapak candi.

Selain daripada runturan dan struktur tersebut, dijumpai juga lima buah batu konglomerat yang berbentuk seperti tiang bersegi lapan dengan ukurannya berketinggian 80 cm dan garis tengahnya lebih kurang 50 cm. Terdapat lubang di tengah-tengah batuan tersebut dan diandaikan batu-batu ini merupakan pecahan daripada puncak stupa. Pada tahun 2004, Program Studi Arkeologi Fakultas Ilmu Budaya Universitas Indonesia telah melakukan ekskavasi pada bahagian selatan candi ini dan telah menemui tapak candi berukuran 18 X 15 m dengan berkedudukan timur laut-barat daya dengan azimut sekitar 45°. Tapak candi ini mempunyai tangga naik di bahagian timur lautnya. Tapak candi ini dibina dengan rupabentuk bak dengan ketebalan dindingnya dalam lingkungan 2 hingga 2.5 m. Pada bahagian dalam tapak candi ini diisi dengan pecahan bata kemudian dipadatkan. Pada bahagian atas candi secara keseluruhannya sudah runtuh dan tidak dapat dikenal pasti dengan jelas bagaimana keadaan sebelum ia roboh (Djafar 2010).

Analisis artifak arkeologi dengan menggunakan kaedah saintifik telah dimulai pada abad ke-18 di Eropah (Pollard & Heron 1996). Oleh itu, objektif utama penyelidikan ini adalah untuk menentukan sama ada bata yang digunakan untuk pembinaan Candi Lingga telah dibuat dengan menggunakan tanah liat tempatan atau sebaliknya. Bata merupakan bahan binaan utama yang digunakan dalam pembinaan Candi Lingga 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 Pendiat (Tapak 17) dan Candi Pangkalan Bujang (Tapak 23) menunjukkan bahawa bahan mentah tempatan digunakan dalam pembuatan bata candi dan 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 Lingga menggunakan bahan mentah

tempatan atau tidak. Terdapat 15 pecahan batu bata kuno diambil daripada kawasan Candi Lingga dan dimasukkan ke dalam beg plastik serta ditandakan mengikut kod CL bagi Candi Lingga. 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 di Candi Lingga 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 Lingga ini telah dibina oleh penduduk tempatan menggunakan sumber bahan mentah tempatan.

Kandungan mineral yang didapati daripada bata Candi Lingga menunjukkan terdapat kehadiran mineral seperti kuartza didapati di semua sampel. Mineral anortit, dan andesin juga boleh dilihat pada semua sampel kecuali CL12. Selain itu terdapat mineral seperti albit, kristobalit, anortoklas, hematit, labradorit, gismondin, mullit, diopsid dan juga piroksin. 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 Lingga

Lokasi	Sampel	Kandungan Mineral
Candi Lingga	CL 1	Quartz - SiO_2 Albite high - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8$ Andesine - $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$ Labradorite - $(\text{Ca}_{0.5}\text{Na}_{0.5})(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$ Gismondine - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ Cristobalite, syn - SiO_2 Hematite - Fe_2O_3

Formula	583	CL 2	Quartz - 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 - $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.32}(\text{Al}_{1.62}\text{Si}_{2.38}\text{O}_8)$ Gismondine - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
		CL 3	Quartz - SiO_2 Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8$ Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$ Labradorite - $\text{Ca}_{0.64}\text{Na}_{0.35}(\text{Al}_{1.63}\text{Si}_{2.37}\text{O}_8)$ 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 Hematite - Fe_2O_3
		CL 4	Quartz syn - SiO_2 Labradorite - $(\text{Ca}_{0.5}\text{Na}_{0.5})(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$ Albite high - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Anorthite (Na-exchange) - $(\text{Na}_{0.45}\text{Ca}_{0.55})(\text{Al}_{1.55}\text{Si}_{2.45}\text{O}_8)$ Mullite syn - $\text{Al}_{4.59}\text{Si}_{1.41}\text{O}_{9.7}$ Andesine - $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$ Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
		CL 5	Quartz - SiO_2 Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8$ Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$ Labradorite - $(\text{Ca}_{0.5}\text{Na}_{0.5})(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$ Cristobalite, syn - SiO_2 Albite, disordered - $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$ Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Hematite, syn - Fe_2O_3
		CL 6	Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8$ 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 - $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.35}(\text{Al}_{1.65}\text{Si}_{2.35}\text{O}_8)$ Albite, disordered - $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$ Cristobalite, syn - SiO_2 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Hematite, syn - Fe_2O_3
		CL 7	Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8$ Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$ Quartz - SiO_2 Albite, disordered - $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$ Cristobalite, syn - SiO_2 Hematite - Fe_2O_3
		CL 8	Quartz, syn - SiO_2 Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8$ Labradorite - $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.32}(\text{Al}_{1.62}\text{Si}_{2.38}\text{O}_8)$
		CL 9	
		CL 10	
		CL 11	
		CL 12	
		CL 13	
		CL 14	
		CL 15	

Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Albite calcian low - $(\text{Na}_{0.75}\text{Ca}_{0.25})\text{Al}_{1.26}\text{Si}_{2.74}\text{O}_8$
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Cristabolite, syn - SiO_2
 Hematite, syn - Fe_2O_3

CL 9 Quartz, syn - SiO_2
 Anorthite, ordered - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
 Albite, calcian ordered - $(\text{NaCa})\text{Al}(\text{Si,Al})_3\text{O}_8$
 Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Labradorite - $(\text{Na}_5\text{Ca}_5)(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$
 Cristabolite, syn - SiO_2
 Hematite - Fe_2O_3

CL 10 Quartz - SiO_2
 Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Anorthite, sodian, intermediate - $(\text{Ca,Na})(\text{Si,Al})_4\text{O}_8$
 Labradorite - $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.35}(\text{Al}_{1.65}\text{Si}_{2.35}\text{O}_8)$
 Albite high - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.75}\text{K}_{0.25})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Cristabolite, syn - SiO_2
 Hematite - Fe_2O_3

CL 11 Quartz low - SiO_2
 Andesine - $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$
 Anorthite, ordered - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
 Labradorite - $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.32}(\text{Al}_{1.62}\text{Si}_{2.38}\text{O}_8)$
 Cristabolite alpha, syn - SiO_2
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$

CL 12 Labradorite - $\text{Ca}_{0.68}\text{Na}_{0.30}(\text{Al}_{1.66}\text{Si}_{2.34}\text{O}_8)$
 Quartz alpha - SiO_2
 Cristabolite alpha, syn - SiO_2

CL 13 Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca,Na})(\text{Si,Al})_4\text{O}_8$
 Quartz, syn - SiO_2
 Labradorite - $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.32}(\text{Al}_{1.62}\text{Si}_{2.38}\text{O}_8)$
 Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Albite, disordered - $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$
 Diopside - $\text{Ca}_{0.970}\text{Co}_{0.030}(\text{Mg}_{0.831}\text{Fe}_{0.169})(\text{Si}_2\text{O}_6)$
 Pyroxene - $(\text{Mg}_{0.992}\text{Fe}_{0.008})(\text{Ca}_{0.999}\text{Fe}_{0.029})(\text{Si}_2\text{O}_6)$
 Hematite - Fe_2O_3

CL 14 Quartz, syn - SiO_2
 Anorthite, ordered - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
 Albite high - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Labradorite - $\text{Ca}_{0.68}\text{Na}_{0.30}(\text{Al}_{1.66}\text{Si}_{2.34}\text{O}_8)$
 Andesine - $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$
 Albite, disordered - $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$

Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$

Hematite - Fe_2O_3

CL 15 Quartz low - SiO_2

Anorthite, ordered - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$

Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$

Labradorite - $\text{Ca}_{0.68}\text{Na}_{0.30}(\text{Al}_{1.66}\text{Si}_{2.34}\text{O}_8)$

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 Lingga, 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 50.14 hingga 56.38%. Peratusan berat kering bagi titanium pula adalah daripada 0.86 hingga 1.04%. Peratusan berat kering bagi aluminium pula adalah daripada 17.13 hingga 20.59%. Kandungan berat kering bagi besi pula adalah dalam lingkungan 8.04 hingga 10.48%. Mangan pula mempunyai peratusan berat kering dalam lingkungan 0.10 hingga 0.38%. Bagi magnesium, peratusan berat kering adalah daripada 1.08 hingga 1.92% dan kalsium pula 1.48 hingga 3.02%. Peratusan kandungan berat kering bagi natrium dan kalium masing-masing berada dalam lingkungan 0.60 hingga 1.61% dan 0.95 hingga 1.40%. Bagi unsur fosforus dan sulfur, peratusan kandungan berat kering masing-masing dalam lingkungan 0.15 hingga 0.83% dan 0.03 hingga 0.06%.

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

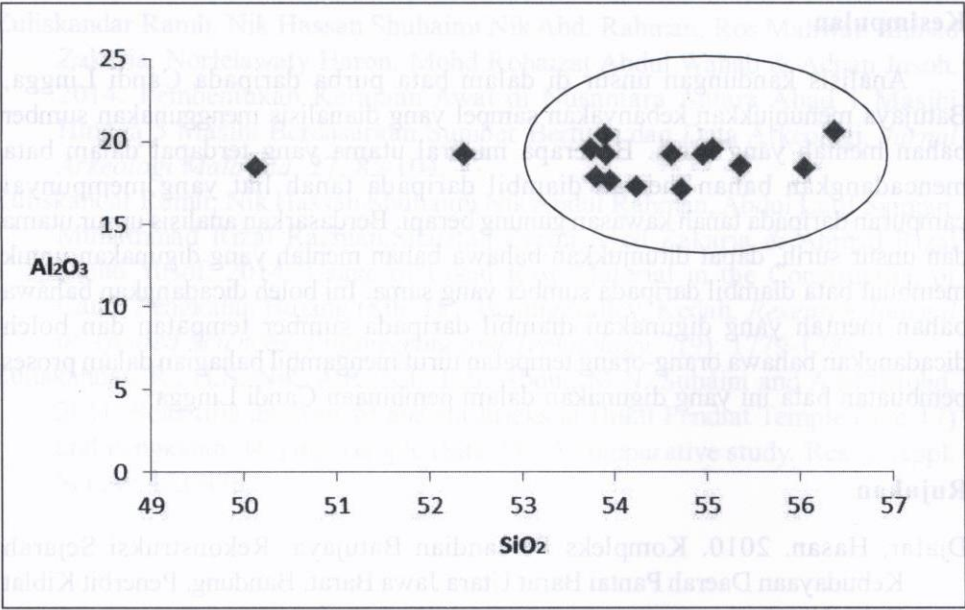
Formula	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3
CL 1	50.14	0.90	18.48	10.10	0.32	1.69	3.00	1.37	1.15	0.80	0.04
CL 2	54.62	0.89	19.23	8.90	0.10	1.49	2.79	1.61	1.28	0.61	0.06
CL 3	55.07	0.95	19.52	9.45	0.16	1.86	2.60	1.39	1.14	0.17	0.04
CL 4	54.72	0.94	17.13	8.04	0.19	1.08	1.48	0.60	0.95	0.83	0.06
CL 5	52.38	1.04	19.26	10.48	0.14	1.93	2.71	1.34	1.03	0.18	0.04
CL 6	53.80	0.93	17.87	9.89	0.12	1.74	2.66	1.47	1.40	0.34	0.05
CL 7	56.05	0.92	18.42	9.09	0.13	1.62	2.84	1.61	1.28	0.18	0.05
CL 8	54.95	0.95	19.19	9.04	0.11	1.32	2.89	1.48	1.12	0.19	0.04
CL 9	53.96	0.96	17.66	9.19	0.17	1.38	2.82	1.42	1.38	0.45	0.06
CL 10	54.24	0.87	17.22	9.10	0.38	1.86	3.02	1.42	1.12	0.43	0.05
CL 11	56.38	1.01	20.59	8.92	0.13	1.34	1.64	0.91	1.16	0.25	0.04
CL 12	53.91	1.04	19.23	10.13	0.10	1.81	2.35	1.17	1.07	0.15	0.03
CL 13	53.75	1.02	19.49	10.11	0.18	1.92	2.73	1.37	1.11	0.18	0.05
CL 14	53.90	0.86	20.36	9.82	0.18	1.75	2.56	1.37	1.10	0.17	0.04
CL 15	55.36	0.97	18.56	9.36	0.15	1.59	2.73	1.38	1.26	0.27	0.04

Kandungan unsur surih yang terdapat dalam sampel bata Candi Lingga adalah seperti barium, kromium, kuprum, nikel, rubidium, strontium, zink, klorin dan juga zirkonium. Kandungan unsur surih setiap sampel bata pada Candi Lingga boleh dilihat dalam Jadual 3. Daripada jadual, dapat diperhatikan hanya kuprum, rubidium, strontium, zink dan zirkonium sahaja yang hadir unsur surihnya dalam setiap sampel. Kandungan unsur barium dalam sampel bata adalah dalam lingkungan 0.03 hingga 0.06%. Bagi kromium pula kandungannya dalam lingkungan 56 ppm hingga 0.01%. Kuprum kandungannya berada dalam lingkungan 49 hingga 86 ppm. Kandungan nikel pula antara 39 hingga 67 ppm. Bagi rubidium dan strontium pula, kandungannya masing-masing adalah daripada 29 hingga 52 ppm dan 0.01 hingga 0.03%. Bagi zink dan zirkonium pula, kandungannya masing-masing berada dalam lingkungan 83 ppm hingga 0.02% dan 0.01 hingga 0.02%. Kandungan klorin pula berada dalam lingkungan 92 ppm dan 0.01%.

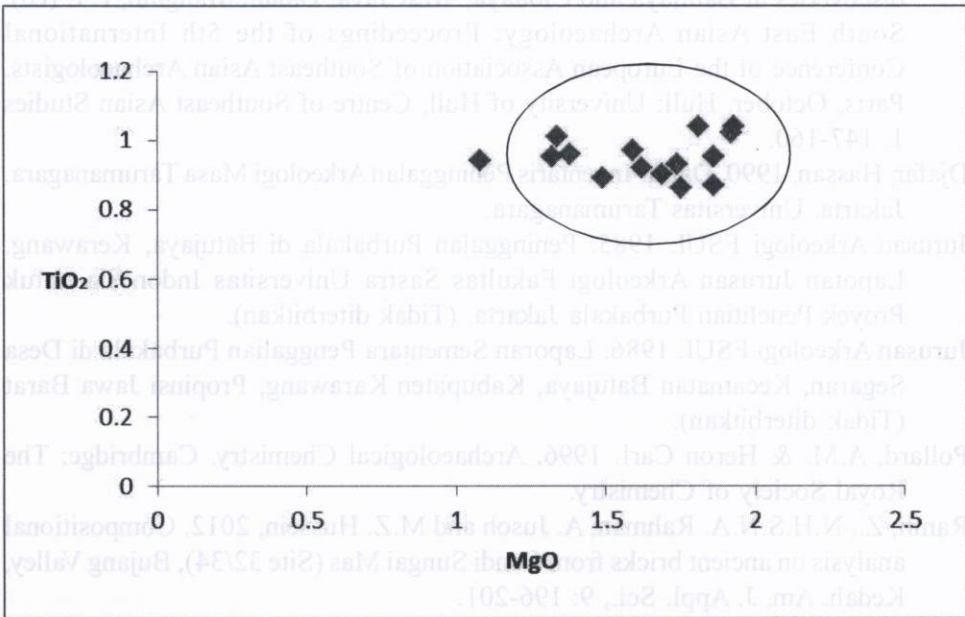
Jadual 3: Kandungan unsur surih dalam bata purba di Candi Lingga

Formula	BaO	Cr2O3	CuO	NiO	Rb2O	SrO	ZnO	ZrO2	Cl
CL 1		91 PPM	72 PPM	51 PPM	38 PPM	0.03%	0.02%	0.01%	0.01%
CL 2	0.03%		72 PPM		45 PPM	0.03%	0.01%	0.01%	0.01%
CL 3	0.06%	76 PPM	64 PPM	56 PPM	34 PPM	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%
CL 4	0.03%	0.01%	74 PPM	43 PPM	43 PPM	0.02%	83 PPM	0.02%	0.01%
CL 5		61 PPM		43 PPM	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.02%
CL 6	0.04%	69 PPM	84 PPM	39 PPM	47 PPM	0.02%	0.02%	0.01%	
CL 7	0.03%		74 PPM		42 PPM	0.02%	0.01%	0.01%	
CL 8	0.03%		73 PPM	45 PPM	40 PPM	0.03%	0.02%	0.01%	
CL 9	0.06%	96 PPM	55 PPM	47 PPM	49 PPM	0.03%	0.01%	0.01%	99 PPM
CL 10	0.06%	0.01%	86 PPM	40 PPM	47 PPM	0.03%	0.01%	0.01%	0.01%
CL 11	0.05%		85 PPM	67 PPM	41 PPM	0.01%	0.02%	0.02%	
CL 12	0.04%	95 PPM	49 PPM		52 PPM	0.02%	0.01%	0.02%	
CL 13	0.03%		54 PPM	52 PPM	29 PPM	0.02%	0.02%	0.01%	0.08%
CL 14	0.03%	56 PPM	84 PPM	62 PPM	43 PPM	0.02%	0.01%	0.01%	92 PPM
CL 15	0.04%	0.01%	64 PPM		40 PPM	0.02%	0.01%	0.01%	

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



Rajah 1: Peratus berat kering unsur (%) SiO₂ dan Al₂O₃ bagi sampel bata di Candi Lingga



Rajah 2: Peratusan berat kering unsur (%) MgO dan TiO₂ bagi sampel bata di Candi Lingga

Kesimpulan

Analisis kandungan unsur di dalam bata purba daripada Candi Lingga, 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 Lingga.

Rujukan

- Djafar, Hasan. 2010. Kompleks Percandian Batujaya: Rekonstruksi Sejarah Kebudayaan Daerah Pantai Barat Utara Jawa Barat. Bandung. Penerbit Kiblat Buku Utama.
- Djafar, Hassan dkk. 1998. Penelitian Arkeologi di Situs Segaran II, Depok: Pusat Penelitian Kemasyarakatan dan Budaya, Lembaga Penelitian Universitas Indonesia.
- Djafar, Hassan, Mckinnon, E.E. & Soesoro, M.P. 1994. Tarumanagara?: a note on discoveries at Batujaya and Cibuaya, West Java. Dalam Manguin, P.Y. (ed). South East Asian Archaeology: Proceedings of the 5th International Conference of the European Association of Southeast Asian Archaeologists. Paris, October, Hull: University of Hull, Centre of Southeast Asian Studies 1: 147-160.
- Djafar, Hassan. 1990. Daftar Inventaris Peninggalan Arkeologi Masa Tarumanagara. Jakarta. Universitas Tarumanagara.
- 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 Penggalan Purbakala di Desa Segaran, Kecamatan Batujaya, Kabupaten Karawang, Propinsi Jawa Barat (Tidak diterbitkan).
- Pollard, A.M. & Heron Carl. 1996. Archaeological Chemistry. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- 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 Ramli, Nik Hassan Shuhaimi Nik Abd. Rahman, Ros Mahwati Ahmad Zakaria, Norlelawaty Haron, Mohd Rohaizat Abdul Wahab & Adnan Jusoh. 2014. Pembentukan Kerajaan Awal di Nusantara Antara Abad 1 Masihi Hingga 5 Masihi Berdasarkan Sumber Bertulis dan Data Arkeologi. *Jurnal Arkeologi Malaysia*. 27: 85-104.
- 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.
- 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 Pendiut Temple (Site 17) and Pengkalan Nujang Temple (Site 23): A comparative study. *Res. J. Appl. Sci.*, 6: 473-478.