

## Analisis Komposisi Bahan Lempung dan Tanah di Sekitar Kawasan Sungai Bujang, Sungai Baru, Sungai Merbok Kechil dan Kawasan Mukim Merbok dan Mukim Bujang, Kedah

ZULISKANDAR RAMLI, NIK HASSAN SHUHAIMI NIK ABDUL RAHMAN, FARHANA ABDULLAH & NUR AIN KAMAL

### ABSTRAK

*Sungai Bujang dan Sungai Baru dan kawasan sekitar Mukim Bujang dan Mukim Merbok menyimpan pelbagai khazanah silam terutamanya tapak purba berupa candi yang antara dibina dengan menggunakan batu bata. Untuk menentukan sama ada bata tersebut dihasilkan dengan menggunakan bahan mentah tempatan atau tidak, maka perbandingan komposisi bahan antara bata dengan tanah liat di sekitar tapak perlu dilakukan. Analisis komposisi bahan tanah liat melibatkan analisis komposisi kandungan mineral dan komposisi kandungan unsur utama dan unsur surih. Teknik yang digunakan ialah teknik X-ray Diffraction (XRD) dan X-ray fluorescence (XRF). Hasil analisis menunjukkan bahawa kandungan mineral utama yang terdapat di dalam tanah liat adalah seperti kuarza, kaolinite, illite, muscovite, microcline, orthoclase, montmorillonite, gibbsite dan albite. Berdasarkan kepada kandungan unsur utama dan unsur surih pula menunjukkan bahawa pada setiap kawasan yang dikaji, kandungan kimia lempung dan tanah mempunyai kandungannya yang tersendiri dan boleh dibezakan berdasarkan komposisinya.*

*Kata kunci: lempung, X-ray diffraction, X-ray fluorescence, bata, Sungai Bujang, Sungai Baru, Merbok.*

### ABSTRACT

*Bujang River, Baru River and the surrounding areas of Bujang and Merbok sub district contain some ancient heritage such as temples or candi and several ancient entreports which are rich in archaeological data. Several of these ancient temples or candi were made from clay bricks. To determine whether the bricks were made using local resources which are clay, a scientific analysis on the chemical composition of the clay therefore has to be conducted. Analysis on the clay samples of Bujang River, Baru River and clay taken from the surrounding areas of Mukim Bujang and Mukim Merbok was done by using techniques such as X-Ray Diffraction (XRD) and X-Ray Fluorescence (XRF) which can determine the mineral content, major and trace elements of the clay. Results show that the mineral content of clay from Bujang River, Baru River and the clay taken from the surrounding areas of Mukim Bujang and Mukim Merbok consists of minerals such as quartz, kaolinite, illite, muscovite, microcline, orthoclase, montmorillonite, gibbsite and albite. Scatter plot analysis of major and trace elements shows that in certain areas, the clay samples have their own compositional characteristics.*

*Key words: clay, X-ray diffraction, X-ray fluorescence, bricks, Sungai Bujang, Sungai Baru, Merbok*

### PENGENALAN

Sungai Bujang telah didiami oleh masyarakat Melayu Kedah Tua sejak abad ke-6 Masihi berdasarkan tinggalan arkeologi berupa candi dan juga pelbagai jenis artifak lain seperti seramik, manik dan kaca (Quaritch-Wales 1940; Nik Hassan Shuhaimi 2008; Nik Hassan Shuhaimi & Othman 1992). Sungai Bujang juga telah mencapai taraf pelabuhan entrepot pada abad ke-9 Masihi dan dikunjungi oleh pedagang-pedagang dari India, Arab-Parsi, China dan Asia Tenggara (Lamb 1980). Tinggalan monumen purba berupa candi yang diperbuat daripada bata membolehkan penyelidik menghasilkan satu penyelidikan dalam menentukan status bata tersebut sama ada ia dibuat menggunakan sumber bahan

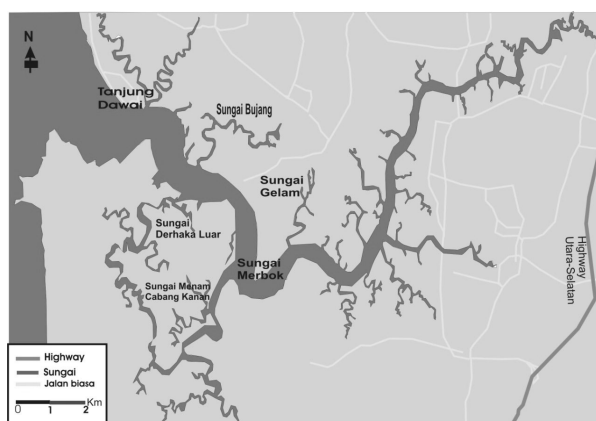
mentah tempatan atau tidak. Untuk itu, difikirkan perlu untuk menjalankan analisis komposisi bahan tanah liat yang terdapat di lembangan Sungai Bujang dan kawasan sekitarnya (Rajah 1) seperti di Sungai Baru, Mukim Bujang, Mukim Merbok dan Sungai Merbok Kechil.

Analisis komposisi bahan yang melibatkan artifak yang diperbuat daripada tanah liat telah banyak dilakukan di Malaysia (Asmah et al. 2005; Mohd Zobir et al. 2004; Zuliskandar et al. 2001, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011a, 2012). Analisis komposisi kimia juga dijalankan ke atas manik Indo-Pasifik yang ditemui di Sungai Mas, Kedah (Zuliskandar & Nik Hassan Shuhaimi 2009; Zuliskandar et al. 2011b). Ada juga kajian yang dibuat tanpa membuat perbandingan dengan komposisi kimia tanah liat di

mana artifak itu ditemui contohnya yang dilakukan oleh Chia (1997) dan Asyaari (1998). Selalunya bahan mentah diperoleh tidak jauh dari kawasan di mana artifak itu dihasilkan iaitu lebih kurang 25 km. Untuk mendapatkan data yang lebih tepat maka amat perlu data yang diperoleh dari artifak dibandingkan dengan data tanah liat kawasan sekitar.

## BAHAN DAN KAEDAH

Sebanyak 20 sampel tanah liat diperoleh dari kawasan sekitar lembangan Sungai Bujang (SB1, SB2, SB3, SB4, SB5), Sungai Baru (SR1, SR2, SR3, SR4), Sungai Merbok Kecil (SMK1, SMK2, SMK3, SMK4) serta kawasan dalam Mukim Merbok (KMM1, KMM2, KMM3, KMM4, KMM5, KMM6) dan Mukim Bujang (KMB1, KMB2, KMB3). Sampel kemudian di bawa ke makmal, dibersihkan, dikeringkan dan kemudian ditumbuk halus. Sampel yang ditumbuk halus ini kemudian dipanaskan pada suhu 120°C selama sejam. Kemudian sampel ini disediakan untuk analisis kandungan mineral dengan menggunakan teknik X-ray Diffraction manakala kandungan unsur utama dan surih dengan menggunakan teknik X-ray Fluorescence.



Rajah 1. Peta menunjukkan Sungai Merbok dan Sungai Bujang di Kedah

## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Secara keseluruhannya kandungan mineral di kawasan Sungai Bujang, Sungai Baru, Kawasan Mukim Merbok, kawasan Mukim Bujang dan Sungai Merbok Kecil dapat dirujuk dalam Jadual 1. Analisis kandungan mineral di Sungai Bujang menunjukkan bahawa mineral kuarza dan mineral lempung iaitu

kaolinit, illit dan montmorillonit merupakan mineral yang utama. Mineral lain yang hadir tetapi dalam kuantiti yang kecil iaitu mineral muskovit (mika) dan mineral mikroklin (feldspar). Kuantiti mineral kuarza adalah yang paling dominan untuk kesemua sampel kajian. Sampel SB1 pula menunjukkan kehadiran mineral phlogopite iaitu mineral kumpulan mika yang tinggi kandungan besi. Pemerhatian terhadap kandungan mineral di Sungai Baru menunjukkan kehadiran mineral kuarza yang paling dominan. Mineral lempung seperti kaolinit dan illit wujud dalam taburan yang tinggi manakala mineral montmorillonit wujud dalam kuantiti yang kecil. Mineral lain yang wujud ialah muskovit, mikroklin, albit dan gibbsit. Kehadiran gibbsit menunjukkan sampel mengandungi kandungan unsur aluminium yang tinggi.

Analisis kandungan mineral di kawasan lingkungan Mukim Merbok pula menunjukkan kuarza masih merupakan mineral paling dominan di dalam setiap sampel (Jadual 1). Mineral lempung seperti kaolinit dan illit wujud dalam taburan yang tinggi manakala mineral montmorillonit wujud dalam kuantiti yang kecil. Mineral lain yang adalah seperti ortoklas, mikroklin, gibbsit, albit dan muskovit. Muskovit (mika) hanya wujud untuk sampel KMM1 dan KMM3 manakala sampel KMM5 menunjukkan kehadiran mineral feldspar jenis albit. Manakala kandungan mineral di kawasan Mukim Bujang menunjukkan bahawa kehadiran mineral kuarza yang paling dominan manakala mineral lempung seperti kaolinit, illit dan montmorillonit wujud dalam taburan yang tinggi. Mineral lain yang wujud tetapi dalam kuantiti yang sedikit adalah muskovit iaitu mineral jenis mika. Mineral yang hadir dalam sampel SMK1 dan SMK2 pula menunjukkan taburan mineral yang berbeza untuk kedua-dua sampel tersebut. Kuarza adalah mineral yang paling dominan untuk kedua-dua sampel ini. Mineral lempung bagi sampel SMK1 hanya wujud mineral kaolinit sahaja manakala sampel SMK2 wujud dua mineral lempung iaitu kaolinit dan illit. Mineral lain yang wujud adalah mineral muskovit (mika) dan ortoklas (feldspar).

Jadual 1. Kandungan mineral dalam sampel lempung dan tanah di Sungai Bujang, Sungai Baru, kawasan Mukim Merbok, kawasan Mukim Bujang dan Sungai Merbok Kecil.

No.	Sampel	Kandungan Mineral
1	SB1	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite K <sub>0.5</sub> (Al, Fe, Mg) <sub>3</sub> (Si, Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Illite trioctahedral

2	SB2	AlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>2</sub> Montmorillonite KMg <sub>3</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> )F <sub>2</sub> Phlogopite T syn SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite K <sub>0.5</sub> (Al, Fe, Mg) <sub>3</sub> (Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Illite trioctahedral Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O. XH <sub>2</sub> O Montmorillonite syn KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH, F) <sub>2</sub> Muscovite	14	KMM5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O. XH <sub>2</sub> O Montmorillonite syn Al(OH) <sub>3</sub> Gibbsite KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Orthoclase SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O. XH <sub>2</sub> O Montmorillonite syn Al(OH) <sub>3</sub> Gibbsite NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Albite ordered
3	SB3	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M KAl <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Muscovite M syn KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Microcline intermediate	15	KMM6	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O. XH <sub>2</sub> O Montmorillonite syn KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Orthoclase Al(OH) <sub>3</sub> Gibbsite
4	SB4	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite AlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>2</sub> Montmorillonite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH, F) <sub>2</sub> Muscovite	16	KMB1	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite K <sub>0.5</sub> (Al, Fe, Mg) <sub>3</sub> (Si, Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Illite trioctahedral Si-al-Fe-Mg-O Montmorillonite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH, F) <sub>2</sub> Muscovite
5	SB5	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite K <sub>0.5</sub> (Al, Fe, Mg) <sub>3</sub> (Si, Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Illite trioctahedral	17	KMB2	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M Si-al-Fe-Mg-O Montmorillonite KAl <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Muscovite M syn
6	SR1	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Muscovite M syn KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M	18	KMB3	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O. XH <sub>2</sub> O Montmorillonite syn KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Orthoclase Al(OH) <sub>3</sub> Gibbsite NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Albite ordered
7	SR2	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O. XH <sub>2</sub> O Montmorillonite syn KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Microcline intermediate Al(OH) <sub>3</sub> Gibbsite NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Albite ordered	19	SMK1	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M KAl <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Muscovite M syn
8	SR3	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O. XH <sub>2</sub> O Montmorillonite syn KAl <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Muscovite M syn KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Microcline intermediate	20	SMK2	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Orthoclase Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M KAl <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Muscovite M syn KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Orthoclase
9	SR4	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M KAl <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Muscovite M syn KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Microcline intermediate			
10	KMM1	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O. XH <sub>2</sub> O Montmorillonite syn KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH, F) <sub>2</sub> Muscovite			
11	KMM2	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O. XH <sub>2</sub> O Montmorillonite syn KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Orthoclase			
12	KMM3	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M KAl <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> Muscovite M syn Al(OH) <sub>3</sub> Gibbsite KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> Microcline intermediate			
13	KMM4	SiO <sub>2</sub> Quartz low Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> Kaolinite KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub> Illite M			

Analisis unsur utama sampel lempung dan tanah di Sungai Bujang, Sungai Baru, Kawasan Mukim Merbok, Kawasan Mukim Bujang dan Sungai Merbok Kechil boleh dirujuk pada Jadual 2. Analisis menunjukkan unsur-unsur yang mempunyai perbezaan adalah unsur-unsur silika, besi, aluminium, kalsium dan kalium. Kandungan unsur utama dalam sampel tanah liat di Sungai Bujang menunjukkan sampel SB4 menunjukkan kandungan silika yang tinggi iaitu 71.08% dan kandungan Si yang rendah adalah bagi sampel SB1 (56.59%). SB1 juga menunjukkan kandungan besi yang tinggi iaitu sebanyak 12.32% berbanding sampel-sampel lain yang agak sama kandungan peratusan berat keringnya. Kandungan unsur Al pula menunjukkan persamaan peratusan berat kering bagi dua kumpulan sampel iaitu sampel SB1 (20.04%), SB3 (19.7%) dan SB5 (20.35%) untuk kumpulan

pertama. Kumpulan kedua adalah sampel SB2(16.74%) dan SB4 (0.79%). Bagi unsur K, kumpulan sampel pertama yang sama peratusan berat keringnya adalah sampel SB1 (1.28%) dan SB5(1.15%), kumpulan kedua adalah sampel SB2 (0.74%) dan SB4 (0.79%). Sampel SB3 menunjukkan kehadiran unsur K yang tertinggi iaitu sebanyak 2.79%. Kandungan Fe dan Ti melebihi 2% dan ini memberikan warna pembakaran gelap pada suhu yang tinggi. Kandungan fluks adalah tinggi bagi sampel SB3 manakala sampel-sampel yang mengandungi kandungan fluks yang rendah. Empat sampel tanah liat di sekitar kawasan Sungai Baru diambil untuk analisis komposisi. Analisis unsur utama bagi sampel di Sungai Baru menunjukkan perbezaan peratusan berat kering bagi unsur silika, besi, aluminium dan kalium. Bagi unsur silika, sampel SR3 mengandungi peratusan silika tertinggi iaitu sebanyak 98.17%. sampel SR4 pula menunjukkan kandungan peratusan besi, aluminium dan kalium yang tinggi iaitu 6.47%, 32.95% dan 4.53%. Kandungan besi dan titanium melebihi 2 peratus memberikan warna pembakaran gelap pada suhu yang tinggi manakala kandungan fluks adalah tinggi bagi sampel SR3 dan SR4.

Analisis unsur utama di kawasan lingkungan Mukim Merbok menunjukkan perbezaan pada unsur silika, besi, aluminium dan kalium. Walau bagaimanapun, terdapat sampel yang sama peratusan berat kering bagi unsur yang dibincangkan di atas. Secara umumnya kesemua sampel yang dianalisis adalah dari kawasan yang berbeza, maka hasil keputusan analisa unsur yang berbeza adalah dijangkakan. Hasil analisis sampel KMM5 menunjukkan kandungan Si yang tertinggi sebanyak 78.81% diikuti sampel KMM4 (70.59%) dan KMM6 (70.55%). Kandungan silika yang terendah adalah bagi sampel KMM1 iaitu sebanyak 55.84%. Kandungan besi pula menunjukkan sampel KMM1 mempunyai peratusan tertinggi iaitu sebanyak 8.33% berbanding sampel-sampel lain yang hampir sama peratusan berat keringnya. Analisis unsur aluminium pula menunjukkan KMM3 mempunyai kandungan tertinggi iaitu 20.56% (sama dengan KMM4 (20.16%)) diikuti sampel KMM6 17.12% (sama dengan KMM1 (16.15%)) dan sampel KMM5 12.38% (sama dengan sampel KMM2 (10.88%)). Unsur K pula menunjukkan sampel KMM6 mempunyai kandungan tertinggi iaitu 2.63% manakala yang terendah adalah sampel KMM5 sebanyak 0.7%. Kebanyakan sampel kecuali KMM4 mempunyai kandungan Fe dan Ti melebihi 2% dan

ini memberikan warna pembakaran gelap pada suhu yang tinggi. Kandungan fluks (K + Na melebihi 2%) adalah tinggi bagi sampel KMM2, KMM3 dan KMM6. Berdasarkan analisis unsur utama bagi sampel tanah liat di sekitar kawasan Mukim Bujang, Kedah didapati perbezaan sampel ini hanya untuk unsur seperti silika dan besi. Sampel KMB2 menunjukkan kandungan silika yang tinggi iaitu 74.02% diikuti KMB3 (70.35%) dan KMB1 (62.48%). Unsur besi pula menunjukkan kehadiran kandungan yang tinggi untuk sampel KMB1 iaitu 10.17% dan diikuti sampel KMB (5.56%) dan KMB2 (3.74%). Kandungan Fe dan Ti yang tinggi iaitu melebihi 2% dan ini memberikan pembakaran gelap pada suhu yang tinggi. Kandungan fluks adalah rendah untuk ketiga-tiga sampel ini. Graf taburan peratusan berat kering bagi unsur MgO dan TiO<sub>2</sub> boleh dirujuk pada Rajah 2 di mana kebanyakan sampel mempunyai komposisi kimia yang sama.

Analisis kandungan unsur surih dalam sampel lempung dan tanah di Sungai Bujang, Sungai Baru, Kawasan Mukim Merbok, Kawasan Mukim Bujang dan Sungai Merbok Kechil boleh dirujuk pada Jadual 3. Kandungan unsur surih di Sungai Bujang menunjukkan perbezaan bagi unsur Ba, Co, Pb, Rb, V, Za dan Zr. Perbezaan ketara adalah untuk unsur Ba dan Zr di mana sampel SB3 menunjukkan kandungan Ba yang tinggi iaitu sebanyak 560 ppm diikuti sampel SB5 (490 ppm), SB1 (392 ppm), SB4 (359 ppm) dan SB2 (314 ppm). Unsur Zr menunjukkan sampel SB3 mempunyai kandungan tertinggi iaitu sebanyak 358 ppm, diikuti SB4 (283 ppm), SB5 (268 ppm), SB2 (205 ppm) dan SB1 (170 ppm). Sampel SB3 juga menunjukkan perbezaan kandungan unsur Pb dan Rb yang tinggi berbanding sampel lain iaitu sebanyak 120 ppm dan 243 ppm. Kandungan unsur surih di Sungai Baru pula menunjukkan perbezaan pada kebanyakan unsur. Sampel SR4 mengandungi kepekatan yang tinggi bagi unsur-unsur Ba (1431 ppm), Cr (149 ppm), Rb (282 ppm), Sr (125 ppm) dan V (176 ppm). Ini menunjukkan sampel SR4 sangat berbeza dengan sampel-sampel yang lain: Unsur Zn pula menunjukkan sampel SR1 mengandungi kepekatan yang tinggi iaitu 86 ppm diikuti sampel SR2 (70 ppm) dan SR3 (49 ppm). Unsur Zr pula menunjukkan sampel SR2 mengandungi kepekatan yang tinggi iaitu 286 ppm diikuti SR3 (239 ppm), SR1 (234 ppm) dan SR4 (165 ppm).

Kandungan unsur surih di kawasan sekitar Mukim Merbok pula menunjukkan perbezaan ketara antara unsur Ba, Pb dan Zr. Sampel KMM3

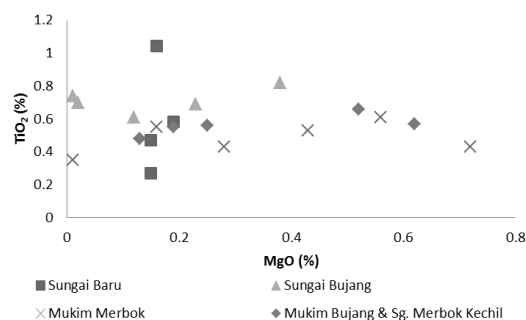
menunjukkan kandungan tertinggi bagi unsur Ba diikuti sampel KMM6 (354 ppm), KMM1 (325 ppm), KMM5 (322 ppm), KMM2 (295 ppm) dan terendah KMM4 (208 ppm). Unsur Pb pula menunjukkan sampel KMM4 mempunyai kandungan tertinggi iaitu 79 ppm dan terendah adalah sampel KMM5 iaitu sebanyak 13 ppm. Unsur Zr pula menunjukkan sampel KMM5 mempunyai kandungan tertinggi iaitu sebanyak 281 ppm manakala yang terendah adalah sampel KMM1 iaitu sebanyak 189 pmm. Manakala di kawasan Mukim Bujang, analisis unsur surih pula menunjukkan sampel-sampel ini hanya mempunyai perbezaan pada unsur Ba di mana sampel KMB1 mengandungi Ba yang tinggi iaitu 408 ppm diikuti KMB2 (319 ppm) dan KMB3 (308 ppm). Analisis ini juga menunjukkan perbezaan untuk sampel KMB1 bagi unsur Pb (9 ppm), sampel KMB2 bagi unsur Zr (241 ppm) dan sampel KMB3 bagi unsur Zn (77 ppm). Analisis unsur surih di kawasan Sungai Merbok Kechil pula menunjukkan perbezaan antara unsur-unsur Ba, Pb dan Zr. Sampel SMK2 mempunyai kandungan unsur Ba dan Zr yang tinggi iaitu sebanyak 339 ppm dan 325 ppm berbanding sampel SMK1 iaitu 277 ppm dan 278 ppm. Unsur Pb pula menunjukkan sampel SMK1 mempunyai kandungan yang tinggi iaitu 54 ppm berbanding 22 ppm bagi sampel SMK2. Graf kepekatan unsur plumbum dan kuprum boleh dirujuk pada Rajah 3 di mana setiap kawasan mempunyai ciri-ciri kimianya yang tersendiri.

Jadual 2. Kandungan unsur utama dalam sampel lempung dan tanah di Sungai Bujang, Sungai Baru, kawasan Mukim Merbok, kawasan Mukim Bujang dan Sungai Merbok Kechil

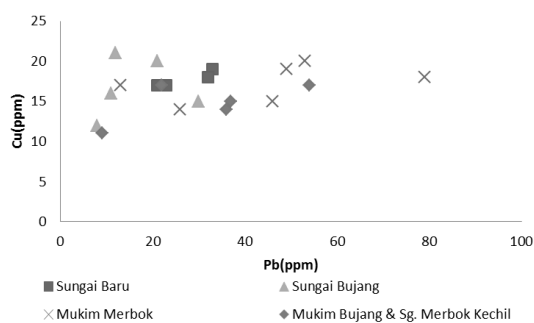
Sampel	Dry Weight (%)									
	Si	Ti	Fe	Al	Mn	Ca	Mg	Na	K	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
SB1	56.69	0.69	12.32	20.04	0.02	0.08	0.23	0.11	1.28	0.04
SB2	69.35	0.61	4.83	16.74	0.01	0.05	0.12	0.01	0.72	0.02
SB3	64.41	0.82	3.28	19.70	0.02	0.11	0.38	0.02	2.79	0.11
SB4	71.08	0.70	4.34	16.25	0.01	0.04	0.02	0.01	0.79	0.02
SB5	67.68	0.74	2.90	20.35	0.01	0.05	0.01	0.01	1.13	0.03
SR1	84.85	0.27	1.67	7.29	0.02	0.19	0.15	0.05	1.60	0.06
SR2	79.39	0.47	1.67	10.06	0.01	0.07	0.15	0.01	1.68	0.06
SR3	68.17	0.58	2.90	17.66	0.02	0.07	0.19	0.05	2.19	0.09
SR4	44.97	1.04	6.47	32.95	0.01	0.01	0.16	0.55	4.63	0.06
KMM1	55.84	0.61	8.33	16.15	0.01	0.08	0.56	1.42	1.42	0.01
KMM2	61.02	0.43	3.85	10.88	0.02	0.33	0.72	1.49	1.49	0.04
KMM3	61.04	0.53	2.60	20.56	0.02	0.09	0.43	2.39	2.39	0.11
KMM4	70.59	0.35	1.21	20.16	0.01	0.02	0.01	1.84	1.84	0.06
KMM5	78.81	0.55	1.94	12.38	0.01	0.01	0.16	0.70	0.70	0.01
KMM6	70.55	0.43	2.55	17.12	0.02	0.05	0.28	0.15	2.63	0.07
KMB1	62.48	0.66	10.17	16.17	0.01	0.02	0.52	0.01	1.39	0.04
KMB2	74.02	0.56	3.74	13.33	0.01	0.02	0.25	0.01	1.02	0.03
KMB3	70.35	0.57	5.56	14.61	0.01	0.17	0.62	0.01	1.27	0.04
SMK1	79.41	0.48	1.86	9.49	0.01	0.09	0.13	0.01	1.44	0.04
SMK2	77.56	0.55	2.06	10.80	0.01	0.07	0.19	0.01	1.54	0.04

Jadual 3. Kandungan unsur surih dalam sampel lempung dan tanah di Sungai Bujang, Sungai Baru, kawasan Mukim Merbok, kawasan Mukim Bujang dan Sungai Merbok Kechil

Sampel	Kepekatan (ppm)											
	As	Ba	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Rb	Sr	V	Zn	Zr
SB1	31	392	33	153	12	15	8	82	35	168	41	170
SB2	30	314	1	132	15	22	30	69	34	154	53	170
SB3	14	560	4	77	21	35	12	243	53	115	88	358
SB4	19	359	1	86	16	23	11	80	28	112	25	283
SB5	7	490	18	101	20	38	21	127	36	131	54	268
SR1	19	196	1	32	17	13	21	118	34	37	86	234
SR2	18	333	15	60	17	19	23	138	42	76	70	286
SR3	26	476	10	72	19	29	33	189	25	103	49	239
SR4	7	143	13	149	18	33	32	282	125	176	20	165
KMM1	28	325	25	94	14	26	26	103	46	127	76	189
KMM2	21	295	16	65	15	26	46	109	67	83	83	203
KMM3	18	438	1	63	20	35	53	231	31	82	79	218
KMM4	12	208	1	38	18	12	79	196	20	74	63	225
KMM5	12	322	1	76	17	19	13	79	29	110	45	281
KMM6	9	354	8	52	19	28	49	235	17	69	48	237
KMB1	14	408	25	94	11	16	9	94	33	123	32	211
KMB2	22	319	8	78	15	15	37	93	29	114	36	241
KMB3	24	308	23	71	14	19	36	92	45	85	77	208
SMK1	18	277	1	54	17	15	54	123	44	70	38	278
SMK2	10	339	4	65	17	16	22	125	48	92	42	325



Rajah 2. Graf taburan peratusan berat kering MgO dan TiO



Rajah 3. Graf taburan kepekatan unsur plumbum dan kuprum

### KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahawa kandungan mineral utama yang terdapat di dalam lempung dan tanah di sekitar kawasan lembangan Sungai Bujang, Sungai Baru dan Sungai Merbok Kechil serta sekitar kawasan Mukim Merbok dan Mukim Bujang menunjukkan bahawa kandungan mineral yang ada adalah seperti

kuarza, kaolinite, illite, muscovite, microcline, orthoclase, montmorillonite, gibbsite dan albite. Berdasarkan kepada kandungan unsur utama dan unsur surih pula menunjukkan bahawa pada setiap kawasan yang dikaji, kandungan kimia lempung dan tanah mempunyai kandungannya yang tersendiri dan boleh dibezakan berdasarkan komposisinya. Untuk itu, data mengenai komposisi lempung dan tanah liat ini boleh digunakan dalam membuat perbandingan dengan data komposisi artifak yang berasaskan tanah liat contohnya tembikar tanah, genting tanah liat serta bata yang banyak terdapat di kawasan sekitar Lembah Bujang, Kedah.

#### RUJUKAN

- Asmah Yahaya, Zobir Hussein, Zuliskandar Ramli & Kamaruddin Zakaria. 2005. Analisis kimia dan fizikal ke atas bata dan perekat yang terdapat di Kota Kuala Muda, Kedah. *Jurnal Arkeologi Malaysia* 18: 1-61.
- Asyaari Muhamad. 1998. Analisis X-Ray fluorescence tembikar tanah dari Perak. *Jurnal Arkeologi Malaysia* 11: 1-40.
- Chia, Stephen. 1997. Prehistoric pottery sources and technology in Peninsular Malaysia. Based on compositional and morphological studies. *Malaysia Museum Journal* 33: 91-125.
- Lamb, A. 1980. Pengkalan Bujang: an ancient port in Kedah. Dlm. Chandran, J. & Baharuddin, J. (pnyt.). *Lembah Bujang*. Kuala Lumpur: Persatuan Sejarah Malaysia. Hlm. 79-81.
- Nik Hassan Shuhaimi Nik Abdul Rahman (pnyt.). 2008. *Lembah Bujang Dari Perspektif Arkeologi dan Pelancongan*. Bangi: Institut Alam dan Tamadun Melayu.
- Nik Hassan Shuhaimi Nik Abdul Rahman & Othman Mohd Yatim. 1992. *Warisan Lembah Bujang*. Kuala Lumpur: Ikatan Ahli Arkeologi Malaysia & Jabatan Muzium dan Antikuiti.
- Mohd Zobir Hussein, Zuliskandar Ramli, Asmah Yahaya. 2004. Analisis kimia fizik bagi bahan binaan bangunan Panggung Drama, Jalan Bandar, Kuala Lumpur, Malaysia: Suatu kajian kes. Kertas kerja Persidangan Kebangsaan Sains dan Teknologi Dalam Pemuliharaan Warisan Negara. Anjuran Jabatan Muzium dan Antikuiti & Institut Teknologi Nuklear Malaysia. Bandar Hilir, Melaka, 16-19 Ogos.
- Quaritch-Wales, H.G. 1940. Archaeological research on ancient Indian colonization in Malaya. *Journal of the Malayan Branch Royal Asiatic Society* 18(1): 1-85.
- Zuliskandar Ramli & Nik Hassan Shuhaimi Nik Abd Rahman. 2009. Beads trade in Peninsula Malaysia. Based on archaeological evidences. *European Journal of Social Sciences* 10(4): 585-593.
- Zuliskandar Ramli, Mohd Zobir Hussein, Asmah Yahaya & Zulkifli Jaafar. 2001. Chemical analysis of prehistoric pottery sherds found at Gua Angin, Kota Gelanggi Complex, Jerantut, Pahang, Malaysia. *Jurnal Arkeologi Malaysia* 14: 1-15.
- Zuliskandar Ramli, Mohd Zobir Hussein, Asmah Yahaya & Kamaruddin Zakaria. 2006. Preliminary analysis of prehistoric pottery sherds excavated at Gua Peraling and Gua Cha, Ulu Kelantan Malaysia. *Jurnal Arkeologi Malaysia* 19: 27-36.
- Zuliskandar Ramli, Mohd Zobir Hussein, Asmah Yahaya, Kamaruddin Zakaria & Mahfuz Nordin. 2007. Kajian komposisi kimia kalam semah dan tembikar tanah yang ditemui di Gua Bukit Chawas. *Jurnal Arkeologi Malaysia* 20: 22-63.
- Zuliskandar Ramli, Nik Hassan Shuhaimi Nik Abdul Rahman, Mohd Zobir Hussein, Asmah Yahaya & Kamaruddin Zakaria. 2008. Kajian komposisi dan fizikal bata purba di Kampung Sungai Mas (Tapak 32). *Jurnal Arkeologi Malaysia* 21: 100-127.
- Zuliskandar Ramli, Kamaruddin Zakaria, Mohd Zobir Hussein, Asmah Yahaya & Ruzairy Arby. 2009. Analisis komposisi dan fizikal ke atas bata, tembikar tanah dan perekat di Kota Tanjung Keramat, Selangor. *Jurnal Arkeologi Malaysia* 22: 35-54.
- Zuliskandar Ramli, Nik Hassan Shuhaimi Nik Abd. Rahman, Abdul Latif Samian, Suhaini Md. Noor & Mohd Ambar Yarmo. 2011a. Scientific analysis of ancient bricks at Bukit Pendiat Temple (Site 17) and Pengkalan Bujang Temple (Site 23): A comparative study. *Research Journal of Applied Sciences* 6: 473-478.
- Zuliskandar Ramli, Nik Hassan Shuhaimi Nik Abdul Rahman & Abdul Latif Samian. 2011b. X-ray fluorescent analysis on Indo-Pacific glass beads from Sungai Mas archaeological sites, Kedah, Malaysia. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 287(3): 741-747. DOI 10.1007/s10967-010-0920-y
- Zuliskandar Ramli, Nik Hassan Shuhaimi Nik Abdul Rahman & Mazlan Ahmad. 2012. Status Candi Pengkalan Bujang (Tapak 23), Kedah, Malaysia berdasarkan data arkeologi dan saintifik. *Jurnal Arkeologi Malaysia* 25: 131-147.

*Zuliskandar Ramli, Ph.D.*  
Felo Penyelidik Kanan  
Institut Alam dan Tamadun Melayu  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM, Bangi, Selangor, MALAYSIA.  
E-mail: ziskandar2109@gmail.com

*Nik Hassan Shuhaimi Nik Abdul Rahman, Ph.D.*  
Felo Utama  
Institut Alam dan Tamadun Melayu  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM, Bangi, Selangor, MALAYSIA.  
E-mail: nahas@ukm.my

*Farhana Abdullah*  
Pelajar Sarjana  
Institut Alam dan Tamadun Melayu  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM, Bangi, Selangor, MALAYSIA.

*Nur Ain Kamal*  
Pelajar Sarjana  
Institut Alam dan Tamadun Melayu  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM, Bangi, Selangor, MALAYSIA.