

**Pemanfaatan Tanah Liat Bakar pada Situs Blandongan dan Candi Jiwa,
di Kompleks Situs Batujaya, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat
(Studi Bahan Baku Berdasarkan Analisis Laboratorium)**

Ni Komang Ayu Astiti

Pusat Penelitian dan Pengembangan Arkeologi Nasional
(The National Research and Development Centre of Archaeology)

ABSTRAK. Situs Batujaya yang terletak di Desa Segaran, Kecamatan Batujaya, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat, merupakan sebuah kompleks percandian yang memanfaatkan tanah liat di sekitarnya sebagai bahan utama pembuatannya. Masyarakat pendukung kompleks percandian ini sudah mengenal teknologi pengolahan tanah liat menjadi bata untuk bahan pembuatan candi dan teknologi pembuatan wadah-wadah dari tanah liat bakar. Hal ini dibuktikan dengan hampir seluruh unur (14 buah) candi mempergunakan bahan bata dan banyaknya temuan tembikar disekitar kompleks percandian, baik dalam keadaan utuh maupun dalam pecahan. Hasil analisis laboratorium terhadap beberapa sampel tembikar dari situs ini memperlihatkan sifat-sifat fisik dan komposisi unsur kimia yang sangat bervariasi dalam kekerasan, berat jenis, porositas, serapan air, dan suhu pembakaran. Kualitas tembikar juga sangat bervariasi, dipengaruhi oleh kondisi bahan baku dan tingkat penguasaan teknologi pembuatannya.

Kata kunci: Artefak tanah liat bakar, Situs Batujaya, analisis sifat fisik dan kimia.

ABSTRACT. **The use of Baked Clay at the of Blandongan and Jiwa Temples at Batujaya Temple Complex, Karawang Regency, West Java Province: Study on Row Material of Artifacts Based on Laboratory Analyses.** The site of Batujaya, which is located at at the Segaran Village, Batujaya District, Karawang Regency, West Java Province, is a complex of temples (candies) that use clay from the surrounding environment as their main raw material. The people of Batujaya have mastered the technology of brick-making to build the temples and pottery making. This is proven by the fact that almost all of the 14 candis used baked clay and by the abundance of pottery found around the temple complex, both intact and fragmented ones. Result of laboratory analyses on some pottery samples from this site show physical characteristics and compositions of chemical elements, which are varied in terms of hardness, specific gravity, porosity, water absorption, and baking temperature. The quality of the pottery is also varied, depending on the condition of the raw material and the level of technological mastery of the potters.

Key word: artifacts made of baked clay, Batujaya site, analysis of physical characteristics and chemical analysis.

PENDAHULUAN

Pengolahan tanah liat sebagai salah satu sumberdaya alam merupakan puncak kreativitas kehidupan manusia. Para ahli menyebutkan sebagai tanda “Jejak Tanah dan Api” dalam kebudayaan manusia, suatu proses dimana tanah liat sebagai bahan baku yang “ramah lingkungan” dibentuk sedemikian rupa, dan setelah mengalami proses pengeringan, pembakaran pada ketinggian suhu tertentu menjadi siap pakai (Soejono, 2000 : 2-3). Hasil kreativitas yang siap pakai itu tiada lain adalah benda-benda perpanjangan tangan manusia dalam melakukan segala aspek kehidupan, yang secara umum disebut terakota (artefak tanah liat bakar).

Manusia mulai membudidayakan bahan tanah liat ini sejak mengenal kehidupan bercocok tanam sekitar 10.000 tahun yang lalu, ketika manusia merasakan kebutuhan wadah yang dapat digunakan untuk menyimpan serta memasak makanan (Soejono, 2000: 2-3). Wadah dari tanah liat yang biasanya dipergunakan untuk menyimpan dan memasak makanan dikenal dengan sebutan tembikar atau gerabah (*pottery*) dan pada masa prasejarah merupakan perlengkapan yang cukup penting karena relatif tahan air dan api sehingga dapat dipakai menyimpan (*storage vessel*) atau wadah untuk mengolah makanan (*cooking vessel*)

Dibandingkan dengan hasil budaya manusia lain, benda-benda yang terbuat dari tanah liat setelah mengalami proses pembakaran akan menjadi artefak yang dapat bertahan lama, baik di dalam ruangan terbuka maupun di dalam tanah.

Bata yang dipergunakan sebagai bahan bangunan pada Candi Jiwa dan fragmen tembikar yang ditemukan di sekitar Candi Blandongan merupakan artefak-artefak yang mempergunakan tanah liat sebagai bahan utama di samping mempergunakan bahan lain sebagai temper seperti debu, pasir

atau sekam padi. Besarnya peranan tanah liat dalam kehidupan masyarakat pendukung Candi Jiwa dan Candi Blandongan pada masa lalu menunjukkan bahwa pada masa itu sudah ada teknologi dalam memanfaatkan sumber daya alam yang ada disekitarnya untuk menunjang kelangsungan hidupnya

Tanah liat (*clay*) merupakan deposit partikel terhalus akibat proses pelapukan batu-batuan tertentu, sedangkan batuan adalah campuran dari mineral-mineral yang mempunyai sifat fisik dan kimia yang bervariasi. Mineral adalah zat yang terbentuk di alam dengan sifat-sifat kimia, fisika yang berbeda-beda seperti kuarsa (SiO_2), *orthoclase* (KAlSi_3O_8), dan *calcite* (CaCO_3). Pelapukan batuan menjadi ganesa tanah



Foto 1 : Candi Jiwa Dengan Bahan Bata

melalui proses alam dimana berlangsung pemecahan serta transformasi batu-batuan dan mineral-mineral menjadi bahan lepas. Proses pelapukan ini sangat dipengaruhi oleh iklim dan tipe atau jenis batu-batuan induknya. Dengan kata lain komposisi bahan (unsur-unsur kimia tanah) sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan dari batuan yang melapuk serta faktor-faktor lain yang mempengaruhi pelapukan tersebut. Faktor – faktor yang mempengaruhi pembentukan tanah adalah iklim, jasad hidup, bahan induk, topografi dan waktu (Bailey, 1990 : 13).

Komposisi bahan (unsur-unsur kimia) yang terkandung dalam tanah liat sangat mempengaruhi produk yang dihasilkan seperti bata maupun tembikar. Selain faktor bahan kualitas tembikar juga sangat dipengaruhi oleh teknologi pembuatannya seperti pengolahan bahan (tambahan atau campuran beberapa temper), pembentukan, pengeringan, teknik dan suhu pembakaran dan teknik penyimpanannya. Dari temuan artefak tanah liat (bata merah dan fragmen-fragmen tembikar) ini timbul pertanyaan apakah bahan baku (tanah liat) untuk membuat bata pada bangunan candi jiwa ada perbedaan komposisi unsur kimia dengan bahan baku untuk membuat wadah-wadah (tembikar) yang ditemukan di sekitar candi Blandongan? Bagaimana perbedaan bahan terutama komposisi unsur-unsur kimia dan sifat-fisik beberapa tembikar dengan berbagai tipe yang ditemukan di sekitar Candi Blandongan? Dari manakah bahan untuk pembuatan bata tersebut? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan ini maka dilakukan analisis komposisi bahan unsur-unsur kimia berupa beberapa unsur kimia anorganik penyusun tanah liat pembentuk bata dan fragmen tembikar serta analisis beberapa sifat fisik yang meliputi porositas, serapan air, berat jenis, suhu pembakaran dan kekerasan artefak.

METODE PENELITIAN

1. Materi Penelitian

Bata dan tembikar merupakan artefak tanah liat yang banyak ditemukan dalam penelitian arkeologi. Pada bangunan-bangunan masa Hindu-Budha, bata biasanya merupakan bahan bangunan utama, baik bangunan profan maupun sakral. Tembikar sebagian besar dimanfaatkan sebagai wadah sudah ditemukan sejak masa prasejarah, walaupun dengan kualitas yang masih sangat rendah jika dibandingkan dengan temuan dari masa klasik. Hal ini dilihat dari beberapa indikator seperti suhu pembakaran yang rendah, porositas dan serapan air sangat tinggi. Tembikar yang ditemukan pada masa

Hindu-Budha sudah mempunyai kualitas yang lebih tinggi, hal ini dicirikan dengan bentuk yang lebih tipis, warna yang lebih cerah, suhu pembakaran lebih tinggi, serapan dan porositas air lebih kecil dll.

Artefak berupa bata dan tembikar mempergunakan tanah liat sebagai bahan dasar. Tanah liat sendiri berasal dari pelapukan batu-batuan yang mengandung unsur-unsur kimia yang berasal dari batuan induknya. Unsur-unsur kimia penyusun tanah liat berasal dari unsur-unsur kimia penyusun mineral seperti, hematit (Fe_2O_3), lemonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$), halit (NaCl), kalsit (CaCO_3), tawas (K_2SO_4), $24 \text{H}_2\text{O}$, amfibol, velsfat dll. Warna tanah selain ditentukan oleh kandungan unsur-unsur kimia mineralnya, juga sangat ditentukan oleh kandungan unsur organik tanah, tanah yang gelap disebabkan karena kandungan bahan organik yang terdekomposisi sangat tinggi, sedangkan jika kandungan mineral tanah tinggi maka warna tanah agak terang (*light*) (Bailey, 95). Warna-warna tanah tersebut, termasuk warna tanah liat setelah mengalami proses pembakaran pada suhu tertentu akan berubah warna. Perubahan warna dari warna tanah mentah dan setelah mengalami proses pembakaran sangat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya suhu pembakaran dan komposisi unsur-unsur kimia tanah penyusunnya. Tanah liat yang bebas unsur besi akan berwarna abu-abu tetapi setelah di bakar berwarna kelabu atau putih kusam, sedangkan tanah yang kandungan oksida besinya tinggi akan berwarna merah dan setelah mengalami pembakaran akan berubah menjadi kuning sampai merah tua. Tanah yang mempunyai kandungan silika tinggi biasanya ditemukan di daerah pertemuan sungai (McKinnon E, 1990:8).

Kandungan beberapa unsur kimia di dalam tanah selain akan mempengaruhi kualitas artefak tanah liat yang dihasilkan seperti kekerasan bahan dan warna juga berpengaruh terhadap sifat fisik lainnya. Teknologi pembakaran artefak juga sangat

berpengaruh, karena akan menghasilkan kualitas api yang berbeda. Teknik pembakaran tembikar secara terbuka akan menghasilkan kualitas api yang lebih rendah karena panas yang dihasilkan menyebar (tidak fokus). Tembikar dan tanah liat bakar yang berasal dari bahan baku yang sama setelah mengalami pembakaran akan menghasilkan tembikar dengan komposisi unsur kimia yang hampir sama pula. Sedangkan bahan baku (tanah liat) yang diambil dari daerah yang berdekatan akan menghasilkan tanah dengan komposisi unsur kimia yang hampir sama pula. Kualitas artefak tanah liat, baik secara fisik maupun kimia, akan sangat dipengaruhi oleh komposisi unsur-unsur kimia tanah penyusunnya dan teknologi pengolahannya (pencampuran bahan, pengadonan, pembentukan, pengeringan, pembakaran dan penyimpanannya).

2. Metode Analisis

Sampel yang dianalisis pada penelitian ini adalah bata yang di ambil disekitar Candi Jiwa dan merupakan sisa bangunan (bagian kaki) masa lalu, sampel ini diambil pada saat penelitian yang dilakukan oleh Bidang Arkeometri Pusat Penelitian Arkeologi Nasional tahun 2000. Sedangkan sampel tembikar diambil secara acak dari hasil penelitian Pusat Penelitian Arkeologi dan pengupasan yang dilaksanakan oleh Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala (BP3) Provinsi Jawa Barat tahun 2002. Sebagai bahan pembandingan analisis juga dilakukan terhadap tanah liat bahan baku dalam pembuatan bata yang masih memproduksi sampai saat ini dan letaknya tidak jauh dari situs ini. Pengelompokan tipe-tipe tembikar berdasarkan perbedaan warna, sedangkan sampel no. 3 merupakan tembikar yang diperkirakan berasal dari Arikamedu (India Selatan) Tembikar jenis Arikamedu mempunyai ciri berwarna hitam dibagian permukaan luar, merah dibagian permukaan dalam dan mempunyai hiasan dengan teknis

hias cangkil atau gores. Untuk mengetahui komposisi unsur kimia bahan pada sampel bata dan tembikar yang berasal dari situs Batujaya ini menggunakan metode spektrofotometri sinar tampak (kolorimetri) dan metode volumetri. Sedangkan analisis sifat-sifat fisik artefak tanah liat ini menggunakan beberapa metode yang dikerjakan di laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Arkeologi Nasional.

Peralatan yang diperlukan dalam analisis ini adalah:

- a. Timbangan analitik
- b. Botol timbang
- c. Oven
- d. Timbangan hidrostatis
- e. Air dalam bak air
- f. Munsell Standart Soil Colour Cart
- g. Cawan Nikel
- h. Pengaduk kaca
- i. Lemari asam
- j. Gelas ukur
- k. Erlenmeyer
- l. Muffle Furnance
- m. Penjepit
- n. Skala Mohs
- o. Eksikator
- p. Kaliper
- q. Buret
- r. Pipet tetes
- s. Botol ukur
- t. pH- meter
- u. Penjepit
- v. Corong pemisah
- w. Dan lain-lain peralatan gelas yang biasa dipergunakan di laboratorium

Sedangkan bahan-bahan kimia yang dipergunakan dalam analisis ini adalah:

- a. asam klorida (HCL)
- b. asam sulfat (H₂SO₄)
- c. natrium hidroksida (NaOH)
- d. kalium hidroksida (KOH)
- e. natrium karbonat (Na₂CO₃)
- f. pengkompleks (Na₂EDTA)
- g. beberapa indikator kimia

3. Analisis komposisi Unsur Kimia

Sampel tanah liat bakar (bata dan tembikar) sebelum diperlakukan dalam tahapan analisis terlebih dahulu dibersihkan dari segala macam kotoran dengan cara mencuci dan menyikat dengan sikat halus baru kemudian dikeringkan dengan panas matahari maupun oven dengan suhu 100 °C – 110 °C. Setelah sampel bersih dan dalam keadaan kering baru dilakukan analisis dengan tahapan-tahapan tertentu. Artefak tanah liat bakar yang dipergunakan untuk analisis harus dalam bentuk cairan, sehingga harus dilakukan peleburan dengan menggunakan panas yang tinggi. Adapun urutan kerja (metode analisis) yang dilakukan adalah:

a. Peleburan Sampel

Sampel dalam keadaan siap analisis (bersih dan kering) kemudian digerus sampai halus mempergunakan cawan porselin, kemudian di ayak mempergunakan ayakan tanah dengan ukuran kurang lebih 100 mesh, ayakan ini kemudian diambil sebanyak 0,5 gram. Sampel tanah ini kemudian dimasukkan ke dalam cawan nikel, kemudian ditambahkan 7,5 gram natrium karbonat (Na_2CO_3) dan 1,0 gram kalium hidroksida (KOH). Kedua bahan kimia ini (dalam bentuk kristal putih) kemudian diaduk rata mempergunakan pengaduk kaca atau plastik. Setelah teraduk rata kemudian dimasukkan ke dalam *mufler furnace* dan kemudian suhu dihidupkan sampai mencapai 700 °C dan dipertahankan sampai kurang lebih 1 jam, setelah waktu ini maka diharapkan semua sampel telah melebur dan berwarna merah api. Hasil leburan ini kemudian ditunggu sampai dingin dan berwarna abu-abu, setelah dingin kemudian di cuci mempergunakan larutan asam klorida (HCl) dengan konsentrasi 2 N. Pencucian dilakukan sampai semua sampel larut dan kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dengan ukuran 250 ml dan diencerkan mempergunakan aquades sampai tanda batas. Sampel artefak tanah liat (bata

dan tembikar) sudah berubah menjadi sampel dalam bentuk larutan dan siap dipergunakan sebagai sampel analisis baik secara kolorimetri maupun secara volumetri.

b. Analisis Kimia

Prinsip kerja analisis mempergunakan spektrofotometri sinar tampak adalah sampel yang dianalisis harus mempunyai sifat-sifat kolorimetri yang baik, seperti zat tersebut harus berwarna. Untuk sampel yang tidak berwarna, seperti sampel yang dianalisis dari Batujaya harus dirubah ke dalam bentuk larutan yang berwarna dengan cara mereaksikannya dengan suatu pereaksi pembentuk warna (*chromogenic reagent*). Tidak semua pereaksi kimia dapat dipergunakan dalam reaksi pembentukan warna ini, pereaksi yang menimbulkan warna itu harus memenuhi beberapa persyaratan yaitu:

- reaksinya dengan zat yang dianalisa harus selektif dan sensitif
- tak boleh membentuk warna dengan zat-zat lain yang ada di dalam larutan,
- reaksinya dengan zat yang dianalisa harus berlangsung dengan cepat dan kuantitatif (sempurna),
- warna yang ditimbulkan harus stabil untuk jangka waktu yang panjang,
- pengaruh pH terhadap kompleks berwarna yang terjadi harus diketahui.

Warna larutan hasil reaksi antara sampel dengan pereaksi yang telah memenuhi persyaratan tadi harus mempunyai sifat-sifat:

- Kestabilan warna untuk waktu yang cukup guna memungkinkan pengukuran absorbans dengan teliti.
- Warna larutan yang akan di ukur harus mempunyai intensitas yang cukup tinggi sehingga absorptivitasnya besar.
- Warna larutan yang diukur sebaiknya bebas dari pengaruh variasi-variasi kecil dalam nilai pH, suhu dan kondisi – kondisi lain.
- Hasil reaksi yang berwarna itu harus dapat

larut dalam pelarut yang dipakai.

- Sistem yang berwarna itu harus memenuhi Hukum Lambert-Beer.

Setelah syarat-syarat ini terpenuhi maka dilakukan analisis secara spektrofotometri dimana dilakukan langkah-langkah berupa pemilihan panjang gelombang serapan maksimum, pembuatan kurva kalibrasi antara absorbans (A) dan transmitans (%T), pengukuran absorbans untuk setiap cuplikan kemudian dimasukkan ke dalam persamaan kalibrasi di atas dan konsentrasi setiap cuplikan dapat ditentukan.

4. Analisis Sifat-sifat Fisik

Analisis fisik adalah analisis bentuk yang nampak di permukaan artefak bata dan tembikar seperti: ruang-ruang kosong (poripori), warna, kekerasan, suhu pembakaran. Sampel (bata dan tembikar) sebelum dilakukan analisis harus dalam kondisi bersih dan kering guna menunjang keakuratan data yang dihasilkan. Analisis fisik itu meliputi:

a. Analisis Uji Ulang Pembakaran

Sampel tembikar dan bata yang kering dan dalam keadaan bersih (siap untuk dianalisis) kemudian dipotong-potong menjadi 9 bagian dengan ukuran 1 x 1 cm. Potongan-potongan ini selanjutnya dimasukkan ke dalam *muffle furnace* dengan posisi tersusun rapi (berjejer untuk setiap sampel), sedangkan satu bagian untuk tiap-tiap sampel diletakkan di luar sebagai sampel blanko (pembanding). Setelah sampel semua berada di dalam *muffle furnace* maka suhu alat ini dihidupkan dan setelah suhu mencapai 350 °C, maka satu bagian untuk tiap sampel dikeluarkan dan diletakkan sejajar dengan sampel blanko. Pelaksanaan ini diulangi untuk setiap range suhu 50 °C sampai suhu mencapai 800 °C sehingga semua sampel melakukan uji ulang pembakaran. Setelah semua sampel mendapatkan perlakuan yang sama, maka semua sampel

dibandingkan dengan sampel blanko pada saat tembikar dan bata pada suhu tertentu yang mempunyai warna paling mendekati dengan warna sampel blanko merupakan suhu pembakaran tembikar tersebut pada masa lalu.

b. Analisis Porositas, Serapan Air dan Berat Jenis

- Sampel (bata dan tembikar) yang sudah bersih dimasukkan kembali ke dalam oven dengan temperatur 100 °C - 105 °C selama kurang lebih 24 jam, setelah itu dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam eksikator lalu ditimbang. Kegiatan ini dilakukan secara berulang-ulang sampai mencapai berat sampel yang konstan atau berat stabil dan dinyatakan sebagai M1 (berat kering).
- Sampel dalam keadaan kering kemudian dilakukan penetrasi mempergunakan air dingin (suhu ruang) di dalam bak perendam selama kurang lebih 24 jam (sampel harus dalam keadaan terendam seluruhnya selama waktu yang diperlakukan).
- Setelah penetrasi ini selesai, maka sampel ini kemudian ditimbang dengan timbangan hidrostatik (sampel ditimbang di dalam air) secara bergantian satu persatu selanjutnya dihitung sebagai M2.
- Sampel tembikar yang telah ditimbang ini kemudian diangkat dan diletakkan di ruang terbuka mempergunakan alas kertas putih (supaya tetesan air mudah terserap) sampai sampel tidak ada lagi tetesan air, baru kemudian ditimbang lagi dalam keadaan lembab dan dihitung sebagai M3.
- Besarnya nilai porositas, serapan air dan berat jenis sampel (tembikar dan keramik) kemudian di hitung menggunakan kaidah-kaidah Hukum Archimedes.

c. Uji Kekerasan Tembikar

Untuk mengetahui kekerasan (*strength*) suatu tembikar atau bata, maka prinsip kerjanya adalah membandingkan sampel yang di analisis dengan sampel pembanding (mineral penguji). Dalam analisis ini sampel pembanding yang dipergunakan adalah *Skala Mohs*, pada saat sampel tembikar atau bata mengalami goresan setelah di padukan (digoreskan) dengan mineral penguji maka kekerasan tembikar atau keramik ini berada di bawah

kekerasan mineral penguji. Sedangkan jika tembikar atau bata sampai tidak tergores dan mineral penguji yang meninggalkan goresan maka kekerasan tembikar atau keramik ini berada di atas kekerasan mineral penguji. Besar kecilnya kekerasan tembikar atau keramik nilainya dapat dilihat pada tabel yang tertera dalam alat mineral penguji ini sedangkan ukurannya dinyatakan dengan *Mohs*. Mineral penguji yang dipergunakan mempunyai nilai kekerasan yang berbeda-beda seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1: Skala Mohs dengan konversi relatifnya (Edward, 1996)

Mineral	Tingkat Kekerasan	Pengujian Sederhana
Talc	1	Terkelupas oleh kuku manusia
Gypsum	2	Tergores oleh kuku manusia
Calcite	3	Tergores oleh paku besi
Fluorite	4	Tergores oleh kaca
Apatite	5	Tergores oleh pisau lipat
Orthoclase	6	Tergores oleh kuarsa
Quartz	7	Tergores oleh paku baja
Topaz	8	Tergores oleh batu Zamrut
Corundum	9	Tergores oleh batu berlian
Diamond	10	Tak tergores oleh apapun

d. Penentuan Warna

Prinsip kerja dalam penentuan warna tembikar dan bata adalah hampir sama dengan pelaksanaan uji kekerasan tembikar. Pada penentuan warna tembikar diusahakan mempergunakan warna yang segar tetapi dapat juga dilakukan terhadap sampel secara langsung (kondisi warna tampak seperti sampel), warna yang dimiliki oleh sampel tembikar dibandingkan dengan warna yang terdapat pada *Munsell Standart Soil Colour Chart*. Warna tembikar yang sama atau paling mendekati dengan warna dalam buku

Skala Munsell ini dinyatakan sebagai warna tembikar yang dengan akurat dapat diukur dengan tiga sifat-sifat prinsip warnanya yaitu HUE, VALUE dan CHROMA. Besaran warna tembikar biasanya dinyatakan dalam YR, misalnya warna tembikar 7,5 YR, 6/4 (coklat) artinya 7,5 YR adalah HUE (panjang gelombang dominan atau warna dari cahaya) angka 6 adalah VALUE (kekerasan cahaya atau *brilliance* adalah jumlah total cahaya) dan angka 4 adalah CHROMA (kemurnian relatif dari panjang gelombang cahaya yang dominan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Analisis

Hasil analisis komposisi unsur tembikar dapat dilihat pada tabel 2, sedangkan hasil analisis sifat-sifat fisik diuraikan pada tabel 1.3 di bawah ini.

Tabel 2: Hasil Analisis Komposisi Unsur Kimia Tembikar dari Situs Blandongan Batujaya.

No.	Silikat (SiO ₂) %	Aluminium (Al ₂ O ₃) %	Kalsium (CaO) %	Magnesium (MgO) %	Besi (Fe) %	LOI (%)
1.	82,25	0,017	3,00	3,00	2,50	7,29
2.	72,00	0,015	2,00	2,00	4,50	6,93
3.	80,25	0,020	3,00	2,00	4,00	8,88
4.	56,00	-	14,40	3,01	0,22	10,30
5.	54,00	-	16,50	2,03	0,23	3,40

Keterangan:

1. Tembikar dari Situs Blandongan Type 1
2. Tembikar dari Situs Blandongan Type 2
3. Tembikar dari Situs Blandongan Type 3
4. Sampel Bata dari Candi Jiwa
5. Bahan baku tanah untuk pembuatan bata (sekarang)

Tabel 3: Hasil Analisis Sifat-sifat Fisik Tembikar dari Situs Blandongan Batujaya Kabupaten Kerawang Provinsi Jawa Barat

No.	Porositas	Berat Jenis Gram/ml	Serapan Air	Kekerasan (S.Mohs)/Tebal (mm)	Suhu Pembakaran
1.	7,76 %	2,24	3,62	3,5 / 4,15	600 °C
2.	9,37 %	2,21	4,47	3,0 / 5,22	550 °C
3.	0,78 %	2,12	0,37	3,5 / 5,45	600 °C

Keterangan Sampel pada Tabel 1 dan 2:

1. Sampel No. 1 tembikar yang paling dominan ditemukan di Candi Blandongan situs Batujaya (Type 1)
2. Sampel No.2 tembikar yang paling dominan ditemukan di Candi Jiwa situs Batujaya (Type 2)
3. Sampel No. 3 Tembikar yang berasal dari Arikamedu (India Selatan) yang ditemukan di situs Batujaya (Type 3).



Foto 2 : Fragmen tembikar Buni bermotif hias dari Segaran V (Situs Blandongan)

2. Pembahasan

Kualitas bahan tanah liat terutama tembikar untuk wadah dan bata sebagai bahan utama dalam pembangunan candi dapat diketahui dengan melihat sifat-sifat fisiknya yang meliputi porositas, serapan air, uji ulang pembakaran, berat jenis dan ketebalannya. Besar kecilnya porositas, serapan air dan kekerasan tembikar selain ditentukan oleh bahan bakunya (tanah liat + bahan temper) maka tinggi rendahnya suhu pembakaran akan berpengaruh langsung pada artefak yang dihasilkan. Pembakaran artefak tanah liat (tembikar dan bata merah) yang berlangsung secara sempurna menghasilkan artefak dengan warna terang yaitu dari warna merah sampai pada abu-abu tergantung komposisi unsur kimia penyusunnya serta tidak adanya sisa-sisa karbon yang tidak habis terbakar (meninggalkan warna hitam/kusam). Masih tersisnya unsur karbon pada bahan tembikar mengakibatkan warna tembikar menjadi tidak terang (kehitaman) baik pada bagian dalam (*core*) maupun pada bagian luar. Dari hasil analisis uji ulang pembakaran maka sampel no.1 dan no.3 mempunyai suhu pembakaran yang tinggi yaitu mencapai 600 °C, Pembakaran tembikar

dengan suhu tinggi (sempurna) menghasilkan tembikar dengan porositas dan serapan air yang lebih kecil. Hal ini disebabkan karena pori-pori yang terbentuk akibat keluarnya molekul air (H_2O) pada proses pembakaran awal (proses dehidrasi) yang ditandai dengan keluarnya asap berwarna abu-abu sampai kehitaman. Pada tingkat pembakaran yang sempurna porositas dan serapan air akan menjadi kecil, karena pembakaran pada tingkat yang

lebih tinggi (oksidasi) akan terjadi lelehan mineral-mineral dari bahan baku tembikar dan lelehan ini akan mengisi ruang-ruang kosong yang ada.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tembikar dari situs Batujaya mempunyai porositas dan serapan air yang kecil antara 0,78 % - 9,37 % sedangkan serapan airnya berada pada kisaran 0,37 % - 4,47 %. Sampel tembikar dari situs Batujaya mempunyai kekerasan yang sedang (kriteria tembikar mempunyai kekerasan sedang yaitu dibawah 3,5 Skala Mohs). Dari berat jenisnya sampel tembikar dari Batujaya mempunyai berat jenis yang ringan, yaitu dibawah 2,24 gr/ml. Tembikar yang berkualitas sedang harus mempunyai berat jenis antara 2,0 - 3,5 gr/ml .

Hasil analisis unsur-unsur kimia penyusun bahan baku tembikar menampakkan unsur utama adalah silikat dalam bentuk SiO_2 , yaitu antara 72,00 % sampai 82,25 %. Adanya unsur besi yaitu sebesar 2,50 % sampai 4,50 % pada bahan baku tembikar menyebabkan warna merah setelah tembikar mengalami proses pembakaran. Adanya unsur silikat yang dominan pada analisis ini karena unsur silikat merupakan unsur utama pembentuk kulit bumi dan salah satunya berada dalam bentuk tanah liat. Selain dari tanah liat unsur silikat pada sampel tembikar

dapat berasal dari pasir atau debu yang merupakan bahan campuran (*temper*). Unsur ini pada tembikar dapat berfungsi untuk menambah kekerasan sehingga tidak mudah rapuh. Unsur aluminium merupakan unsur ketiga terbanyak pada kulit bumi setelah oksigen dan silikon, jumlahnya mencapai 8,8 % dari masa kulit bumi. Unsur aluminium pada bahan baku tembikar dapat berfungsi untuk meninggikan titik lebur, viskositas, menambah kekerasan serta kekuatan tembikar.



Foto 3: Fragmen Tembikar halus India di kompleks permandian Batujaya

Tembikar dari situs Blandongan (sampel no. 1) mempunyai kandungan unsur silikat yang paling tinggi yaitu 82,25 %, serta mempunyai suhu pembakaran yang cukup tinggi, yaitu mencapai 600 ° C sehingga menghasilkan tembikar yang keras (3,5 Skala Mohs). Pembakaran tembikar pada suhu ini belum mencapai tingkat yang sempurna, hal ini dapat dilihat masih banyaknya sisa karbon yang tidak habis teroksidasi. Setelah dilakukan uji laboratorium dengan melakukan uji ulang pembakaran dengan suhu yang lebih tinggi (700 ° C – 750 ° C) sisa-sisa karbon ini habis terbakar dan warna hitam berubah menjadi warna merah terang. Warna tembikar sampel no. 1 adalah coklat muda (7,5 YR 6/3), warna ini disebabkan karena tembikar

ini hanya sedikit mengandung unsur besi yaitu 2,50 %. Sampel tembikar no. 3 mempunyai kadar air, porositas dan serapan air paling kecil jika dibandingkan dengan sampel lainnya. Salah satu penyebabnya adalah pada bagian permukaan telah mengalami proses penghalusan (*diupam*) sehingga pada sisi ini mempunyai kerapatan pori yang tinggi serta warna lebih mengkilap.

Hasil perbandingan komposisi unsur antara sampel tembikar dari Situs Blandongan dan sampel bata dari Candi Jiwa menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan terutama pada unsur silikat (SiO_2) dan unsur besi (Fe). Hal ini dapat mengindikasikan bahwa pengerajin melakukan pemilihan bahan baku untuk pembuatan bata dan wadah-wadah dari tanah liat. Kedua unsur ini sangat mempengaruhi hasil benda tanah liat yang dihasilkan terutama kekuatannya setelah dipadukan dengan unsur lain (kalsium) dan mengalami pemanasan.

Uji hilang bakar (LOI) antara sampel tembikar dan bata juga terjadi perbedaan yang cukup signifikan, hal ini dapat terjadi selain sumber bahan yang berbeda juga karena pengaruh teknologi pengolahan awal, yaitu dalam pemilihan tanah liat. Tanah liat untuk pembuatan tembikar biasanya memiliki kualitas yang lebih tinggi seperti kandungan organik lebih kecil, ukuran partikel lebih kecil, plastisitas lebih kecil dll.

Kandungan magnesium dan kalsium dari ketiga sampel ini paling besar terdapat pada sampel no. 1, keberadaan unsur ini di tanah liat sebagai bahan baku dalam pembentukan tembikar berfungsi untuk memperkuat tembikar yang terbentuk setelah bercampur dengan unsur silikat. Sedangkan adanya unsur aluminium pada tanah liat dalam proses pembentukan tembikar berfungsi untuk memberi perekat dan menambah plastisitas dalam proses pembentukan adonan sebelum tembikar dibentuk.

KESIMPULAN

Temuan tembikar di situs Batujaya menunjukkan bahwa sumberdaya alam berupa tanah liat memegang peranan penting dalam aktivitas masa lalu di daerah ini. Selain untuk tembikar yang digunakan sebagai wadah, baik untuk keperluan sehari-hari maupun upacara keagamaan, tanah liat juga dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembangunan candi (bata) dan pembuatan terakota-terakota lainnya. Setelah dilakukan analisis laboratorium terhadap tembikar yang paling banyak ditemukan di situs Batujaya maka diperoleh hasil yang bervariasi baik sifat fisik maupun komposisi unsur kimianya.

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa tembikar yang ditemukan di situs Batujaya ini proses pembakarannya masih menggunakan teknik *open firing*

atau pembakaran terbuka. Hal ini dapat dilihat dari masih adanya sisa-sisa karbon yang tidak habis terbakar dan ditandai dengan adanya warna hitam pada bagian tengah tembikar (*core*). Rendahnya suhu pembakaran (hanya mencapai 600 °C) dengan teknik *open firing* ini menghasilkan tembikar dengan kualitas yang lebih rendah, karena pori-pori dan ruang-ruang kosong masih banyak sehingga serapan dan porositas menjadi besar. Komposisi unsur kimia dalam bahan baku (tanah liat) akan sangat berpengaruh terhadap warna dan kualitas tembikar. Warna terutama dipengaruhi oleh besar kecilnya unsur besi yang biasanya tersedia dalam bentuk oksida besi, sedangkan kekuatan tembikar akan banyak dipengaruhi oleh perpaduan unsur silikat (Si) dengan unsur kalsium (Ca).

PUSTAKA

- Astuti, A., 1999. *Analisis Porositas dan Serapan Air Pada Beberapa Gerabah Dari Situs Kota Waringin Lama (Kalimantan Barat) dan Negeri Baru (Kalimantan Tengah)* hal. 63-67. Jurnal Penelitian Balai Arkeologi Bandung Nomor; 5/April/1999. Balai Arkeologi Bandung. Bandung
- Astuti, A, 2000. *Teknologi Pembuatan Bata Candi Jiwa, Situs Batujaya (Berdasarkan Analisis Laboratorium)*. Majalah Arkeologi. Kalpataru. Pusat Penelitian Arkeologi. Jakarta.
- Astuti, A, 2002. *Fragmen Wadah Pelebur Logam (?) Dari Situs Boyolangu, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur*. Amerta. Berkala Arkeologi. Proyek Penelitian dan Pengembangan Arkeologi. Jakarta Bailey, H.H, 1990. *Kuliah Ilmu Tanah*. Hal.13-21. Badan Kerjasama Ilmu Tanah BKS-PTN/USAID (University of Kentucky). W.U.A.E. Project.
- Utomo, Bambang, B, 2004. *Arsitektur Bangunan Suci Masa Hindu-Budha di Jawa Barat*. Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata. Proyek Penelitian dan Pengembangan Arkeologi. Jakarta.
- Mckinnon, E,E, 1996. *Buku Panduan Keramik*. Hal. 7 – 8, Pusat Penelitian Arkeologi Nasional. Jakarta.
- Soegondho, S, 1986. *Manfaat Uji Pembakaran Ulang Dalam Penelitian Gerabah*. Makalah pada Pertemuan Ilmiah IV. Cipanas, Puslit Arkenas. Jakarta.
- Prijono, S, 1995. *Analisis Unsur Terhadap Gerabah-gerabah Kuna dari Beberapa Situs Arkeologi*. Jurnal Penelitian Balai Arkeologi Bandung Nomor; 1/April/1995. Balai Arkeologi Bandung. Bandung.
- Prijono, S, 1995. *Pengukuran Porositas dan Penyerapan Air Fragmen Gerabah Temuan Situs Batu Berak. Provinsi Lampung*. Jurnal Penelitian Balai Arkeologi Bandung Nomor; 1/April/1995. Balai Arkeologi Bandung. Bandung.
- Prijono, S, 2000. *Analisis Bahan Organik Tanah Situs Batujaya*. Kronik Arkeologi. Puslit Arkenas. Jakarta.
- Sumijati Atmosudiro, 1999. *Teknologi dan Fungsi Terakota Masa Prasejarah. Cerminan Dinamika Sosial Budaya*. Makalah disampaikan dalam Panel sehari Wawasan Seni dan Teknologi Terakota Indonesia. Jakarta.
- Soejono, R.P, 1980. *Sejarah Nasional Indonesia*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- Soejono, R.P, 2000. *Teknologi*. Dalam Kajian Ilmiah Temuan Satu Abad (1900 – 1999). Museum Nasional. Jakarta.
- Tim Penyusun, 2003. *Analisis Tembikar Batujaya*. Subbidang Klasik. Bidang Arkeologi Sejarah dan Arkeometri. Pusat Penelitian Arkeologi. Jakarta. LPA (tidak terbit).
- Tim Penelitian, 1993. *Laporan Penelitian Situs Batujaya Tahap II*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Puslit Arkenas. Jakarta (tidak terbit).