

**ANALISIS TEKNOLOGI LABORATORIS TEMBIKAR
DARI SITUS-SITUS DAS BENGAWAN SOLO,
KABUPATEN BOJONEGORO, PROVINSI JAWA TIMUR**
*Technological Laboratory Analysis on Pottery from Sites along Bengawan Solo
(Solo River), Bojonegoro Regency, East Java*

M. Fadlan S.

*Pusat Arkeologi Nasional, Jl. Condet Pejaten No. 4, Jakarta Selatan 12510
geobugis@yahoo.co.id*

Naskah diterima : 26 Februari 2014

Naskah diperiksa : 27 Juni 2014

Naskah disetujui : 11 Februari 2015

Abstrak. Tembikar merupakan salah satu sisa benda budaya yang paling sering ditemukan dalam penelitian arkeologi, yang terbuat dari tanah liat yang dibakar. Analisis teknologi laboratoris tembikar dari situs-situs di DAS Bengawan Solo Bojonegoro, bertujuan untuk memperoleh hasil yang akurat tentang sifat fisik dan sifat kimia. Melalui kajian analisis teknologi laboratoris dapat digambarkan kualitas tembikar yang dibuat oleh para pengrajin pada masa lampau. Berdasarkan hasil analisis teknologi laboratoris tembikar dari situs-situs DAS Bengawan Solo, Bojonegoro mempunyai kualitas sedang hingga kualitas baik. Tembikar-tembikar tersebut termasuk dalam kategori peralatan sehari-hari yang berfungsi untuk menampung air, mengolah makanan dan untuk penyajian makanan serta minuman. Tingkat pembakarannya mencapai 600°-800° Celsius, dan warna tembikar didominasi warna gelap (*dark colors*) dibanding dengan warna terang (*light colors*). Adanya perbedaan prosentase dari setiap unsur kimia pada tembikar tersebut, tidak terlepas dari daya tahan mineral terhadap pelapukan.

Kata kunci: Tembikar, Analisis teknologi laboratoris, Bojonegoro

Abstract. Pottery, which is made of fired clay, is the most frequently found cultural remains during archaeological researches. Technological Laboratory Analysis on pottery from sites along the Bengawan Solo (Solo River) in Bojonegoro aims at obtaining accurate results about the nature of the physical and chemical properties. Through the technological laboratory analysis can be described the quality of pottery made by craftsmen in the past. Based on the results of the analysis, pottery from the sites along the Bengawan Solo, Bojonegoro Regency, have moderate up to good qualities. The pottery belongs to a category of daily equipment that serves to store water, cook food and to serve food and drink. The rate of heat during firing was up to 600°-800° Celsius, and the color of pottery is predominantly dark colors (black colors) with only a few light colors (bright colors). The difference in the percentage of each chemical element in the pottery is due to the durability of the minerals to weathering.

Keywords: Pottery, Technological laboratory analysis, Bojonegoro

1. Pendahuluan

Bojonegoro merupakan salah satu kabupaten dalam wilayah Provinsi Jawa Timur, dimana wilayahnya dilalui oleh Bengawan Solo yang mengalir dari arah barat ke arah timur. Situs-situs DAS Bengawan Solo

Bojonegoro termasuk dalam Satuan Morfologi Dataran dengan prosentase kemiringan lereng antara 0 - 2%, yang umumnya tersusun oleh endapan sungai berupa pasir, lanau dan lempung (Intan *et. al.* 2003; Intan *et. al.* 2004). Sungai besar yang mengalir di situs ini adalah

Bengawan Solo dengan beberapa cabang-cabang sungainya. Sungai-sungai ini termasuk pada kelompok sungai yang berstadia Sungai Dewasa-Tua (*old-mature river stadium*), berpola pengeringan *Dendritik*, dan tipe *Sungai Normal* (Intan *et. al.* 2003; Intan *et. al.* 2004). Satuan batuan yang menyusun wilayah situs dan sekitarnya adalah Endapan Aluvial, yang terdiri dari bongkah, kerakal, lempung, lanau, dan pasir (Intan *et. al.* 2003; Intan *et. al.* 2004).

Pemukiman adalah tempat dimana manusia melakukan segala macam kegiatannya. Untuk tetap dapat hidup melangsungkan kehidupannya, manusia secara langsung atau tidak, akan selalu tergantung pada lingkungan alam dan fisik tempatnya hidup. Akan tetapi pada hakekatnya, hubungan manusia dengan lingkungan alam dan fisiknya, tidaklah semata-mata terwujud sebagai hubungan ketergantungan manusia terhadap lingkungannya, tetapi juga terwujud sebagai suatu hubungan dimana manusia mempengaruhi dan merubah lingkungannya. Lingkungan alam dan fisik memberikan tantangan kepada manusia untuk dapat mempertahankan hidup. Sebagai jawaban terhadap tantangan lingkungan, manusia menciptakan kebudayaan (Yacob 1983, dalam Utomo B.B. 1988). Dengan kebudayaan tadi manusia beradaptasi dengan lingkungannya. Dari lingkungan diperoleh makanan untuk dapat bertahan hidup, dan dari lingkungan pula manusia dapat membuat segala macam peralatan untuk berbagai kebutuhannya. Oleh karena itu, dengan meningkatnya peradaban manusia, maka tingkat kehidupan dan kreativitas manusia dalam memenuhi kebutuhannya akan meningkat pula. Hal ini terlihat pada temuan-temuan dalam setiap penelitian arkeologi, bahan bakunya terbuat dari batu, kayu, dan tanah (Eriawati *et. al.* 1998). Tembikar merupakan salah satu sisa benda budaya yang paling sering ditemukan dalam penelitian arkeologi. Kajian terhadap aspek teknologis dari tembikar belum

banyak dilakukan, selama ini lebih banyak dititikberatkan pada aspek bentuk dan aspek gaya (Soegondho 1995).

Tembikar dibuat menurut cara-cara tradisional dengan menggunakan tanah liat sebagai bahan bakunya, kemudian dibakar pada temperatur tertentu hingga dianggap matang. Tembikar memegang peranan penting dalam kehidupan masyarakat masa lampau, baik dalam kehidupan sosial maupun dalam kehidupan religius (Soegondho 1995). Dalam kehidupan sosial ekonomi, tembikar merupakan perlengkapan kehidupan sehari-hari, misalnya menyimpan air, atau makanan, serta memasak atau mengawetkan bahan makanan. Dalam kehidupan religi, tembikar sering dipakai sebagai bekal kubur (*burial gift*) atau sebagai wadah kubur yang disebut dengan kubur tempayan (*jar burial*) (Soegondho 1995; Soegondho 2000). Tembikar yang ditemukan dalam penelitian arkeologi menunjukkan ragam dan fungsinya, baik sebagai peralatan sehari-hari maupun sebagai peralatan religi (Wibisono 2000).

Jenis-jenis tembikar untuk kehidupan sehari-hari adalah berupa unsur bangunan, perangkat rumah tangga, dan alat produksi. Unsur bangunan dari tembikar adalah bata kuno, genteng, bubungan, momolo, tiang semu, ubin, dan miniatur rumah, kolam air, terowongan air, pipa saluran air dan dinding sumur (*jobong*). Perangkat rumah tangga sehari-hari dari tembikar yang berfungsi untuk menampung air (tempayan, buyung, jambangan, pasu, bak air), untuk mengolah makanan (periuk, kualiti tutup, anglo, dan tungku), untuk penyajian makanan dan minuman (mangkuk, piring, teko dan kendi). Tembikar juga berfungsi sebagai alat untuk penerangan yaitu pelita (*chupak*). Selain itu, berbagai jenis figuratif dari tembikar seperti miniatur bangunan, manusia, dan binatang dipakai sebagai hiasan dengan berbagai ekspresi yang sangat dinamis, misalnya dalam hal berpakaian, menata rambut, pemakaian perhiasan (Wibisono 2000).

Tembikar sebagai alat produksi, sekalipun tidak banyak jenisnya tetapi dapat dicatat jenis benda terakota yang dibuat untuk kebutuhan produksi. Salah satu diantaranya adalah wadah pelebur logam. Bentuknya menyerupai bejana silindrik berdasar bulat, bagian tepian terdapat lekukan untuk saluran menuang, dinding wadah ini sangat berpori, dinding sebelah luar biasanya terdapat lapisan lelehan kuarsa berwarna merah, hijau, atau hitam sebagai akibat dari sentuhan panas tinggi. Jenis alat produksi lainnya adalah cetakan tanah liat, yang menyerupai alat untuk menduplikasi bentuk-bentuk figuratif tanah liat tertentu. Adakalanya cetakan tanah liat digunakan untuk membuat model dari lilin yang ada kaitannya dengan proses pengecoran logam (Wibisono 2000). Penggunaan tembikar juga digunakan untuk tujuan ritual keagamaan, yaitu stupika (terbuat dari tanah liat biasanya tidak dibakar), bagian dalam dari stupika terdapat tablet (terbuat dari tanah liat) yang ditulisi mantra budhis. Selain stupika dan tablet, ternyata kendi (*kundika* atau *kamandahu*) juga dipergunakan dalam ritual keagamaan (Wibisono 2000).

Analisis teknologi laboratoris tembikar dari situs-situs di DAS Bengawan Solo Bojonegoro, bertujuan untuk memperoleh hasil yang akurat tentang sifat fisik dan sifat kimia. Metode yang diterapkan adalah 1) Pengambilan sampel tembikar di lokasi penelitian; 2) Pemilihan sampel tembikar berdasarkan atas tipis-tebal, kasar-halus; 3) Sampel tembikar di analisis di laboratorium melalui analisis teknologi laboratoris. Analisis secara fisik meliputi kadar air, kekerasan, porositas, berat jenis, bahan dasar (lempung), bahan campuran (pasir), ukuran butir bahan dasar (lempung), ukuran butir bahan campuran (pasir), dan tingkat pembakaran dari tembikar. Sedangkan analisis secara kimia menggunakan metode gravimetri, jenis unsur yang akan ditentukan dipisahkan dari senyawanya baik dalam bentuk asli maupun dalam bentuk

senyawa lain yang susunannya diketahui dengan pasti dan; 4) analisis mineralogi untuk mengetahui komposisi mineral dan non mineral yang dikandung oleh setiap sampel tembikar.

Sampel tembikar dari Situs Mayangrejo (Dusun Ngijo, Desa Mayangrejo, Kecamatan Kalitidu) berupa fragmen badan, polos, kasar, halus, tebal, tipis. Sampel tembikar dari Situs Simbatan (Dusun Batan, Desa Simbatan, Kecamatan Kanor) berupa fragmen badan, polos, kasar (tebal-tipis), halus (tebal-tipis). Situs Mejuwet (Dusun Mejuwet, Desa Cangga, Kecamatan Kanor), berupa fragmen badan, tepian, leher, polos, halus (tebal-tipis). Sampel tembikar dari Situs Watangare (Dusun Mlawatan, Desa Watangare, Kecamatan Kalitidu) berupa fragmen badan, leher polos kasar (tebal-tipis), halus (tebal-tipis).

Untuk menentukan lokasi bahan baku tembikar, maka ada empat pedoman yang harus diperhatikan, yang berdasarkan hasil kajian analisis teknologi laboratoris, yang telah dilakukan dari beberapa situs di Indonesia, yaitu a) Apabila komposisi mineral dari bahan baku utama (lempung) dan bahan baku tambahan (pasir) adalah mineral kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, atau sebagian dari mineral diatas. Untuk komposisi non mineral akan dijumpai fragmen batuan. Berdasarkan hal tersebut, maka lokasi pengambilan bahan baku berasal dari wilayah perbukitan; b) Apabila komposisi mineral dari bahan baku utama (lempung) dan bahan baku tambahan (pasir), selain mineral kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, atau sebagian dari mineral diatas, juga akan ditemukan mineral olivin, orthoklas, dan oksida besi. Untuk komposisi non mineral akan dijumpai fragmen batuan dan atau fosil foraminifera (planktonik, bentonik). Berdasarkan hal tersebut, maka lokasi pengambilan bahan baku berasal dari wilayah dataran kering dan dataran basah (non rawa); c) Apabila

komposisi mineral dari bahan baku utama (lempung) dan bahan baku tambahan (pasir), selain mineral kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung, olivin, orthoklas, dan oksida besi, atau sebagian dari mineral diatas, juga akan ditemukan mineral pirit. Untuk komposisi non mineral akan dijumpai fragmen batuan dan atau fosil foraminifera (planktonik, bentonik). Berdasarkan hal tersebut, maka lokasi pengambilan bahan baku berasal dari wilayah dataran basah (rawa) dan; d) Apabila dilihat dari bahan baku tambahan (pasir) pada komposisi non mineral selain dijumpai fragmen batuan dan atau fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik), juga akan ditemukan fragmen kerang. Berdasarkan hal tersebut, maka lokasi pengambilan bahan baku tambahan (pasir) berasal dari wilayah pantai.

Melalui kajian analisis teknologi laboratoris, misalnya di Situs Kayu Agung, OKI, Sumatera Selatan (Rangkuti *et. al.* 1993), Situs Kolo-Kolo, Selayar, Sulawesi Selatan (Intan 1996), Situs Bayat, Klaten, Jawa Tengah (Eriawati *et. al.* 1998), Situs Gedung Karya, Sumatera Selatan (Eriawati *et. al.* 1998; Astiti 1999), Situs Gua Rammang-Rammang, Maros, Sulawesi Selatan (Intan 2002), Situs Labo Tuo, Barus, Sumatera Utara (Sofyan *et. al.* 2002), Situs Karang Agung, Muba, Sumatera Selatan (Intan 2003), Situs Leran, Gresik, Jawa Timur (Intan 2003), Situs Megalitik Lembah Besoa, Sulawesi Tengah (Sofyan *et. al.* 2003), dan Situs Minanga Sipakko, Mamuju, Sulawesi Barat (Intan 2011), telah dapat ditentukan baik kualitas maupun fungsi dari tembikar yang dibuat oleh para pengrajin pada masa lampau.

2. Hasil dan Pembahasan

2.1 Analisis Laboratoris

Hasil analisis laboratoris tembikar dari situs-situs DAS Bengawan Solo Bojonegoro dengan metode analisis fisik dan kimia dapat dilihat pada Tabel 1 (terlampir halaman 57).

2.1.1 Situs Mayangrejo

Sampel tembikar dari Situs Mayangrejo (Dusun Ngijo, Desa Mayangrejo, Kecamatan Kalitidu) berjumlah dua buah, yaitu:

- a. Fragmen tembikar badan, polos, kasar, tebal. Berwarna merah jambu (7/3-7,5YR), berat sampel 20,83 gram, tebal 5,7-12 mm, dengan kekerasan 3 skala Mohs. Berat jenis 2,28 dengan porositas 28,30% serta daya serap air 14,7%. Komposisi bahan baku utama (lempung) 33%, bahan baku tambahan (pasir) 67%, dengan ukuran butir lempung 0,0039-0,0156 mm dan pasir berukuran butir 0,0625-0,1250 mm. Tingkat pembakaran tembikar tersebut adalah 600°-700° Celcius. Komposisi mineral adalah kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, sedangkan komposisi non mineral adalah fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik). Hasil analisis kimia mengandung silikat (SiO₂) 59%, besi (Fe) 0,44%, kapur (CaCO₃) 4%, Magnesium (Mg) 2%, hilang bakar (LOI) 9,5%, dan unsur-unsur lain 25,06%.
- b. Fragmen badan tembikar, polos, halus, tipis. Berwarna coklat muda (7/3-10YR), berat sampel 5,79 gram, tebal 3,7-5,8 mm, dengan kekerasan 3 skala Mohs. Berat jenis 2,34 dengan porositas 23,05% serta daya serap air 11,33%. Komposisi bahan baku utama (lempung) 40%, bahan baku tambahan (pasir) 60%, dengan ukuran butir lempung 0,0019-0,0039 mm dan pasir berukuran butir 0,0312-0,0625 mm. Tingkat pembakaran tembikar tersebut adalah 600°-700° Celcius. Komposisi mineral adalah kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, sedangkan komposisi non mineral tidak ada. Hasil analisis kimia mengandung silikat (SiO₂) 68%, besi (Fe) 0,39%, kapur (CaCO₃) 4%, Magnesium (Mg) 1%, hilang bakar (LOI) 11,86%, dan unsur-unsur lain 14,75%.

2.1.2 Situs Simbatan

Sampel tembikar dari Situs Simbatan (Dusun Batan, Desa Simbatan, Kecamatan Kanor) berjumlah dua buah, yaitu:

- a. Fragmen badan tembikar, polos, kasar (tebal-tipis). Berwarna merah kecoklatan (6/4-5YR), berat sampel 12,75 gram, tebal 5,8-12,4 mm, dengan kekerasan 3-4 skala Mohs. Berat jenis 2,40 dengan porositas 21,98% serta daya serap air 10,48%. Komposisi bahan baku utama (lempung) 33%, bahan baku tambahan (pasir) 67%, dengan ukuran butir lempung 0,0039-0,0156 mm dan pasir berukuran butir 0,0625-0,1250 mm. Tingkat pembakaran tembikar tersebut adalah 700°-800° Celcius. Komposisi mineral adalah kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, sedangkan komposisi non mineral adalah fragmen batuan. Hasil analisis kimia mengandung silikat (SiO₂) 67%, besi (Fe) 0,43%, kapur (CaCO₃) 4%, Magnesium (Mg) 1%, hilang bakar (LOI) 14,5%, dan unsur-unsur lain 13,07%.
- b. Fragmen badan tembikar, polos, halus (tebal-tipis). Berwarna Abu-abu merah jambu (7/2-7,5YR), berat sampel 9,90 gram, tebal 3-10 mm, dengan kekerasan 3 skala Mohs. Berat jenis 2,34 dengan porositas 21,99% serta daya serap air 10,74%. Komposisi bahan baku utama (lempung) 60%, bahan baku tambahan (pasir) 40%, dengan ukuran butir lempung 0,0019-0,0039 mm dan pasir berukuran butir 0,0312-0,0625 mm. Tingkat pembakaran tembikar tersebut adalah 600°-700° Celcius. Komposisi mineral adalah kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, sedangkan komposisi non mineral adalah fragmen batuan, dan fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik). Hasil analisis kimia mengandung silikat (SiO₂) 60,75%, besi (Fe) 0,39%, kapur (CaCO₃) 4%, Magnesium (Mg) 1,5%, hilang bakar (LOI) 12,36%, dan unsur-unsur lain 21,08%.

2.1.3 Situs Mejuwet

Situs Mejuwet (Dusun Mejuwet, Desa Cangga, Kecamatan Kanor), berupa fragmen badan, tepian, leher, polos, halus (tebal-tipis). Berwarna merah kecoklatan (5/4-5YR), berat sampel 5,10 gram, tebal 2,48 mm, dengan kekerasan 3 skala Mohs. Berat jenis 2,41 dengan porositas 23,50% serta daya serap air 11,27%. Komposisi bahan baku utama (lempung) 35%, bahan baku tambahan (pasir) 65%, dengan ukuran butir lempung 0,0019-0,0039 mm dan pasir berukuran butir 0,0312-0,0625 mm. Tingkat pembakaran tembikar tersebut adalah 600°-700° Celcius. Komposisi mineral adalah kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, sedangkan komposisi non mineral adalah fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik). Hasil analisis kimia mengandung silikat (SiO₂) 57,5%, besi (Fe) 0,36%, kapur (CaCO₃) 4%, Magnesium (Mg) 1,5%, hilang bakar (LOI) 13,07%, dan unsur-unsur lain 23,57%.

2.1.4 Situs Watangare

Sampel tembikar dari Situs Watangare (Dusun Mlawatan, Desa Watangare, Kecamatan Kalitidu) berjumlah dua buah, yaitu:

- a. Fragmen badan tembikar, leher polos kasar (tebal-tipis). Berwarna merah muda kecoklatan (6/4-5YR), berat sampel 9,31 gram, tebal 4,4-10,4 mm, dengan kekerasan 3 skala Mohs. Berat jenis 2,21 dengan porositas 26,20% serta daya serap air 13,81%. Komposisi bahan baku utama (lempung) 35%, bahan baku tambahan (pasir) 65%, dengan ukuran butir lempung 0,0039-0,0156 mm dan pasir berukuran butir 0,0625-0,1250 mm. Tingkat pembakaran tembikar tersebut adalah 600° Celcius. Komposisi mineral adalah kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, sedangkan komposisi non mineral adalah fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik). Hasil analisis

kimia mengandung silikat (SiO₂) 60,75%, besi (Fe) 0,41%, kapur (CaCO₃) 4,5%, Magnesium (Mg) 1,5%, hilang bakar (LOI) 11,76%, dan unsur-unsur lain 21,08%.

- b. Fragmen badan tembikar, leher polos halus (tebal-tipis). Berwarna merah kekuningan (6/6-5YR), berat sampel 7,89 gram, tebal 3,3-8,2 mm, dengan kekerasan 3 skala Mohs. Berat jenis 2,17 dengan porositas 27,36% serta daya serap air 14,82%. Komposisi bahan baku utama (lempung) 60%, bahan baku tambahan (pasir) 40%, dengan ukuran butir lempung 0,0019-0,0039mm dan pasir berukuran butir 0,0312-0,0625mm. Tingkat pembakaran tembikar tersebut adalah 600°-700° Celcius. Komposisi mineral adalah kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, sedangkan komposisi non mineral tidak ada. Hasil analisis kimia mengandung silikat (SiO₂) 67,5%, besi (Fe) 0,41%, kapur (CaCO₃) 4,5%, Magnesium (Mg) 1,5%, hilang bakar (LOI) 9,68%, dan unsur-unsur lain 16,41%.

Dari analisis fisik tembikar (Tabel 2 terlampir di halaman 58), didapatkan data-data sebagai berikut, kekerasan (hardness) tembikar adalah 3-4 Skala Mohs, dengan berat jenis 2,21-2,41 serta porositas 21,98%-28,30% dan daya serap air 10,48%-14,82%. Perbandingan komposisi bahan baku tembikar, yaitu bahan baku utama (lempung) 33%-60%, sedangkan bahan baku tambahan (pasir) 40%-67%. Lempung sebagai bahan baku utama berukuran butir antara 0,0099 mm hingga 0,0156 mm, sedangkan pasir sebagai bahan baku tambahan berukuran butir antara 0,0312 mm - 0,1250 mm. Secara umum tembikar-tembikar ini mempunyai tingkat pembakaran antara 600°-800° Celcius. Komposisi mineral adalah kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, sedangkan komposisi non mineral adalah fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik), dan fragmen batuan (Ong H.L. *et. al.*, 1981; Pettijohn P.J. 1975). Dari hasil analisis kimia (Tabel 3 terlampir

halaman 58), diperoleh 4 unsur kimia, yaitu Si, Fe, Ca, dan Mg. dari keempat unsur tersebut, maka unsur Si menduduki tempat pertama dengan prosentase 57,5-68%, disusul Ca 4-4,5%, Mg 1-2%, dan Fe 0,36-0,44%. Dari keempat unsur tersebut, tidak dimasukkan hilang bakar (LOI) sebesar 9,5-14,5%, dan unsur-unsur lain yang tidak terdeteksi sebesar 13,07-25,06%.

2.2 Kualitas Tembikar

Berdasarkan atas hasil analisis teknologi laboratoris tembikar (fisik dan kimia), maka dapat dijelaskan tentang kualitas dari tembikar-tembikar yang ditemukan di situs-situs DAS Bengawan Solo Bojonegoro, dengan menggunakan acuan yang diajukan oleh Soegondho (1993:337) (Tabel-4 terlampir di halaman 59).

2.2.1 Situs Mayangrejo

Sampel tembikar dari Situs Mayangrejo (Dusun Ngijo, Desa Mayangrejo, Kecamatan Kalitidu) berjumlah dua buah yaitu:

- a. Fragmen badan tembikar, polos, kasar, tebal. Tiga aspek dari sifat fisik tembikar kasar yaitu kekerasan 3 skala Mohs, berat jenis 2,28 dan porositas 28,30%, yang apabila dibandingkan dengan acuan dari Santoso (1993), maka kualitas tembikar termasuk pada Kualitas Sedang, didasarkan pada berat jenis (2,28 g/cm³), Kualitas Baik, berdasarkan pada porositas (28,30%), dan Kualitas Sedang, berdasarkan pada kekerasan (3 skala Mohs). Dengan melihat mineral-mineral yang terdapat pada sampel tembikar, yaitu kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, maka dapat disebutkan bahwa Unsur Si. Unsur ini ditemukan pada mineral kuarsa (46,7%), plagioklas (32,08%), hornblende (17,19%), piroksin (15,73%), biotit (5,27%), dan lempung (29,48%). Unsur Ca. Unsur ini ditemukan pada mineral piroksin (11,24%), hornblende (6,12%), dan lempung

(8,82%). Unsur Mg. Unsur ini ditemukan pada mineral hornblende (9,18%), biotit (8,97%), piroksin (6,74%), dan lempung (5,51%). Unsur Fe. Unsur ini ditemukan pada hornblende (21,43%), biotit (20,93%), dan piroksin (15,73%). Dari Hasil analisis kimia, diperoleh empat unsur kimia, yaitu Si, Fe, Ca, Mg. dari keempat unsur tersebut, maka unsur Si menduduki tempat pertama dengan prosentase 59%, disusul Ca 4%, Mg 2%, dan Fe 0,44%. Dari ke empat unsur tersebut, tidak dimasukkan hilang bakar (LOI) sebesar 9,5%, dan unsur-unsur lain yang tidak terdeteksi sebesar 25,06%.

- b. Fragmen badan tembikar, polos, halus, tipis. Tiga aspek dari sifat fisik tembikar kasar yaitu kekerasan 3 skala Mohs, berat jenis 2,34 dan porositas 23,05%, yang apabila dibandingkan dengan acuan dari Santoso (1993), maka kualitas tembikar termasuk pada Kualitas Sedang, didasarkan pada berat jenis (2,34 g/cm³), Kualitas Baik, berdasarkan pada porositas (23,05%), dan Kualitas Sedang, berdasarkan pada kekerasan (3 skala Mohs). Dengan melihat mineral-mineral yang terdapat pada sampel tembikar, yaitu kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, maka dapat disebutkan bahwa Unsur Si. Unsur ini ditemukan pada mineral kuarsa (46,7%), plagioklas (32,08%), hornblende (17,19%), piroksin (15,73%), biotit (5,27%), dan lempung (29,48%). Unsur Ca. Unsur ini ditemukan pada mineral piroksin (11,24%), hornblende (6,12%), dan lempung (8,82%). Unsur Mg. Unsur ini ditemukan pada mineral hornblende (9,18%), biotit (8,97%), piroksin (6,74%), dan lempung (5,51%). Unsur Fe. Unsur ini ditemukan pada hornblende (21,43%), biotit (20,93%), dan piroksin (15,73%). Dari hasil analisis kimia, diperoleh empat unsur kimia, yaitu Si, Fe, Ca, Mg. dari keempat unsur tersebut, maka unsur Si menduduki tempat pertama dengan prosentase 68%, disusul Ca 4%, Mg

1%, dan Fe 0,39%. Dari ke empat unsur tersebut, tidak dimasukkan hilang bakar (LOI) sebesar 11,86%, dan unsur-unsur lain yang tidak terdeteksi sebesar 14,75%.

2.2.3 Situs Simbatan

Sampel tembikar dari Situs Simbatan (Dusun Batan, Desa Simbatan, Kecamatan Kanor) berjumlah dua buah yaitu:

- a. Fragmen badan tembikar, polos, kasar (tebal-tipis). Tiga aspek dari sifat fisik tembikar kasar yaitu kekerasan 3-4 skala Mohs, berat jenis 2,40 dan porositas 21,98%, yang apabila dibandingkan dengan acuan dari Santoso (1993), maka kualitas tembikar termasuk pada Kualitas sedang, didasarkan pada berat jenis (2,40 g/cm³). Kualitas baik, berdasarkan pada porositas (21,98%). Kualitas sedang-baik, berdasarkan pada kekerasan (3-4 skala Mohs). Dengan melihat mineral-mineral yang terdapat pada sampel tembikar, yaitu kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, maka dapat disebutkan bahwa Unsur Si. Unsur ini ditemukan pada mineral kuarsa (46,7%), plagioklas (32,08%), hornblende (17,19%), piroksin (15,73%), biotit (5,27%), dan lempung (29,48%). Unsur Ca. Unsur ini ditemukan pada mineral piroksin (11,24%), hornblende (6,12%), dan lempung (8,82%). Unsur Mg. Unsur ini ditemukan pada mineral hornblende (9,18%), biotit (8,97%), piroksin (6,74%), dan lempung (5,51%). Unsur Fe. Unsur ini ditemukan pada hornblende (21,43%), biotit (20,93%), dan piroksin (15,73%). Dari Hasil analisis kimia, diperoleh empat unsur kimia, yaitu Si, Fe, Ca, Mg. dari keempat unsur tersebut, maka unsur Si menduduki tempat pertama dengan prosentase 67%, disusul Ca 4%, Mg 1%, dan Fe 0,43%. Dari ke empat unsur tersebut, tidak dimasukkan hilang bakar (LOI) sebesar 14,5%, dan unsur-unsur lain yang tidak terdeteksi sebesar 13,07%.
- b. Fragmen badan tembikar, polos, halus

(tebal-tipis). Tiga aspek dari sifat fisik tembikar kasar yaitu kekerasan 3 skala Mohs, berat jenis 2,34 dan porositas 21,99%, yang apabila dibandingkan dengan acuan dari Santoso (1993), maka kualitas tembikar termasuk pada Kualitas sedang, didasarkan pada berat jenis (2,34 g/cm³). Kualitas baik, berdasarkan pada porositas (21,99%). Kualitas sedang, berdasarkan pada kekerasan (3 skala Mohs). Dengan melihat mineral-mineral yang terdapat pada sampel tembikar, yaitu kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, maka dapat disebutkan bahwa Unsur Si. Unsur ini ditemukan pada mineral kuarsa (46,7%), plagioklas (32,08%), hornblende (17,19%), piroksin (15,73%), biotit (5,27%), dan lempung (29,48%). Unsur Ca. Unsur ini ditemukan pada mineral piroksin (11,24%), hornblende (6,12%), dan lempung (8,82%). Unsur Mg. Unsur ini ditemukan pada mineral hornblende (9,18%), biotit (8,97%), piroksin (6,74%), dan lempung (5,51%). Unsur Fe. Unsur ini ditemukan pada hornblende (21,43%), biotit (20,93%), dan piroksin (15,73%). Dari Hasil analisis kimia, diperoleh empat unsur kimia, yaitu Si, Fe, Ca, Mg. dari keempat unsur tersebut, maka unsur Si menduduki tempat pertama dengan prosentase 60,75%, disusul Ca 4%, Mg 1,5%, dan Fe 0,39%. Dari ke empat unsur tersebut, tidak dimasukkan hilang bakar (LOI) sebesar 12,36%, dan unsur-unsur lain yang tidak terdeteksi sebesar 21,08%.

2.2.5 Situs Mejuwet

Situs Mejuwet (Dusun Mejuwet, Desa Cangaan, Kecamatan Kanor), berupa fragmen badan, tepian, leher, polos, halus (tebal-tipis). Tiga aspek dari sifat fisik tembikar kasar yaitu kekerasan 3 skala Mohs, berat jenis 2,41 dan porositas 23,50%, yang apabila dibandingkan dengan acuan dari Santoso (1993), maka kualitas tembikar termasuk pada Kualitas sedang, didasarkan pada berat

jenis (2,41 g/cm³). Kualitas baik, berdasarkan pada porositas (21,99%). Kualitas sedang, berdasarkan pada kekerasan (3 skala Mohs). Dengan melihat mineral-mineral yang terdapat pada sampel tembikar, yaitu kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, maka dapat disebutkan bahwa Unsur Si. Unsur ini ditemukan pada mineral kuarsa (46,7%), plagioklas (32,08%), hornblende (17,19%), piroksin (15,73%), biotit (5,27%), dan lempung (29,48%). Unsur Ca. Unsur ini ditemukan pada mineral piroksin (11,24%), hornblende (6,12%), dan lempung (8,82%). Unsur Mg. Unsur ini ditemukan pada mineral hornblende (9,18%), biotit (8,97%), piroksin (6,74%), dan lempung (5,51%). Unsur Fe. Unsur ini ditemukan pada hornblende (21,43%), biotit (20,93%), dan piroksin (15,73%). Dari Hasil analisis kimia, diperoleh empat unsur kimia, yaitu Si, Fe, Ca, Mg. dari keempat unsur tersebut, maka unsur Si menduduki tempat pertama dengan prosentase 57,5%, disusul Ca 4%, Mg 1,5%, dan Fe 0,36%. Dari ke empat unsur tersebut, tidak dimasukkan hilang bakar (LOI) sebesar 13,07%, dan unsur-unsur lain yang tidak terdeteksi sebesar 23,57%.

2.2.6 Situs Watanngare

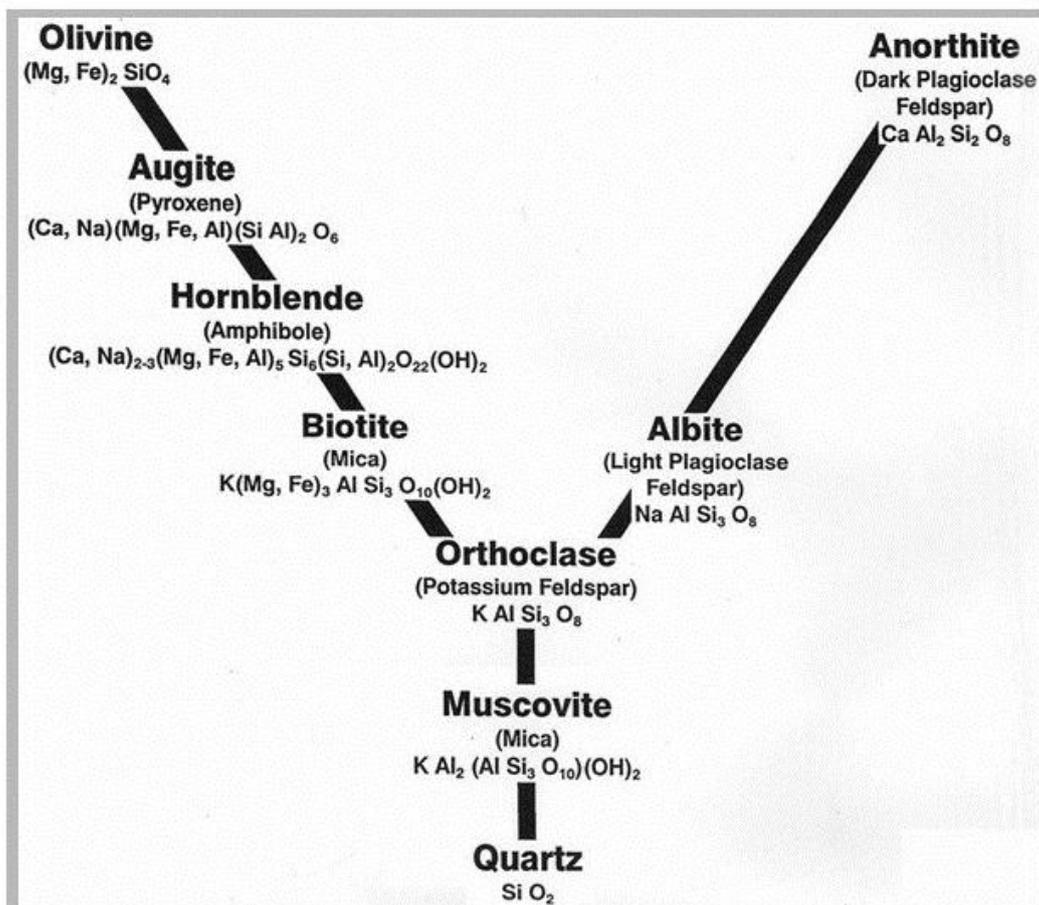
Sampel tembikar dari Situs Watanngare (Dusun Mlawatan, Desa Watanngare, Kecamatan Kalitidu) berjumlah dua buah yaitu:

- a. Fragmen badan tembikar, leher polos kasar (tebal-tipis). Tiga aspek dari sifat fisik tembikar kasar yaitu kekerasan 3 skala Mohs, berat jenis 2,21 dan porositas 26,20%, yang apabila dibandingkan dengan acuan dari Santoso (1993), maka kualitas tembikar termasuk pada Kualitas sedang, didasarkan pada berat jenis (2,21 g/cm³). Kualitas baik, berdasarkan pada porositas (26,20%). Kualitas sedang, berdasarkan pada kekerasan (3 skala Mohs). Dengan melihat mineral-mineral yang terdapat pada sampel tembikar, yaitu kuarsa, plagioklas,

hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, maka dapat disebutkan bahwa Unsur Si. Unsur ini ditemukan pada mineral kuarsa (46,7%), plagioklas (32,08%), hornblende (17,19%), piroksin (15,73%), biotit (5,27%), dan lempung (29,48%). Unsur Ca. Unsur ini ditemukan pada mineral piroksin (11,24%), hornblende (6,12%), dan lempung (8,82%). Unsur Mg. Unsur ini ditemukan pada mineral hornblende (9,18%), biotit (8,97%), piroksin (6,74%), dan lempung (5,51%). Unsur Fe. Unsur ini ditemukan pada hornblende (21,43%), biotit (20,93%), dan piroksin (15,73%). Dari Hasil analisis kimia, diperoleh empat unsur kimia, yaitu Si, Fe, Ca, Mg. dari keempat unsur tersebut, maka unsur Si menduduki tempat pertama dengan prosentase 60,75%, disusul Ca 4,5%, Mg

1,5%, dan Fe 0,41%. Dari ke empat unsur tersebut, tidak dimasukkan hilang bakar (LOI) sebesar 11,76%, dan unsur-unsur lain yang tidak terdeteksi sebesar 21,08%.
 b. Fragmen badan tembikar, leher polos halus (tebal-tipis). Tiga aspek dari sifat fisik tembikar kasar yaitu kekerasan 3 skala Mohs, berat jenis 2,17 dan porositas 27,36%, yang apabila dibandingkan dengan acuan dari Santoso (1993), maka kualitas tembikar termasuk pada Kualitas sedang, didasarkan pada berat jenis (2,17 g/cm³). Kualitas baik, berdasarkan pada porositas (27,36%). Kualitas sedang, berdasarkan pada kekerasan (3 skala Mohs). Dengan melihat mineral-mineral yang terdapat pada sampel tembikar, yaitu kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, dan lempung, maka dapat disebutkan bahwa Unsur Si.

BOWENS REACTION SERIES



Gambar 1. Diagram Bown's Reaction Series (Sumber: Kraus, Hunt, Ramsdell 1959)

Unsur ini ditemukan pada mineral kuarsa (46,7%), plagioklas (32,08%), hornblende (17,19%), piroksin (15,73%), biotit (5,27%), dan lempung (29,48%). Unsur Ca. Unsur ini ditemukan pada mineral piroksin (11,24%), hornblende (6,12%), dan lempung (8,82%). Unsur Mg. Unsur ini ditemukan pada mineral hornblende (9,18%), biotit (8,97%), piroksin (6,74%), dan lempung (5,51%). Unsur Fe. Unsur ini ditemukan pada hornblende (21,43%), biotit (20,93%), dan piroksin (15,73%). Dari Hasil analisis kimia, diperoleh empat unsur kimia, yaitu Si, Fe, Ca, Mg. dari keempat unsur tersebut, maka unsur Si menduduki tempat pertama dengan prosentase 67,5%, disusul Ca 4,5%, Mg 1,5%, dan Fe 0,41%. Dari ke empat unsur tersebut, tidak dimasukkan hilang bakar (LOI) sebesar 9,68%, dan unsur-unsur lain yang tidak terdeteksi sebesar 16,41%.

terhadap pelapukan, misalnya mineral yang paling tahan terhadap pelapukan adalah kuarsa (SiO₂), sehingga mineral kuarsa ini paling sering ditemukan pada sedimen lempung, sedangkan mineral yang paling tidak tahan terhadap pelapukan adalah mineral-mineral yang pertama menghablur atau mengkristal, contohnya mineral olivin. Mineral-mineral yang tahan dan tidak tahan terhadap pelapukan, dijelaskan pada *Diagram Bown's Reaction Series* (Kraus, Hunt, Ramsdell 1959).

3. Penutup

Dari hasil analisis teknologi laboratoris tembikar dari situs-situs DAS Bengawan Solo, Bojonegoro, dapat disimpulkan bahwa tembikar-tembikar tersebut mempunyai kualitas sedang hingga kualitas baik, serta dikategorikan kedalam peralatan sehari-hari yang berfungsi untuk menampung air (tempayan, buyung, jambangan, pasu, bak air), untuk mengolah makanan (periuk, kualiti tutup, anglo, dan tungku), untuk penyajian makanan dan minuman (mangkuk, piring, teko dan kendi).

Tingkat pembakaran tembikar mencapai 600°-800° Celcius, yang dibakar pada udara terbuka (*open air baked*). Warna dari tembikar-tembikar tersebut didominasi warna gelap (*dark colors*) dibanding dengan warna terang (*light colors*). Warna gelap pada tembikar disebabkan oleh kandungan oksida besi dan piroksen pada bahan baku. Adanya perbedaan prosentase dari setiap unsur kimia pada tembikar tersebut, tidak terlepas dari daya tahan mineral dari

LAMPIRAN

Tabel 1. Hasil Analisis Laboratoris (Fisik) Artefak Gerabah Dari Situs-Situs DAS Bengawan Solo, Bojonegoro

No. Sampel	Sampel Fragmen	Warna Gerabah	Berat (gram)	Tebal (mm)	Keras Skala Mohs	Berat Jenis (%)	Porositas (%)	Daya Serap air (%)	Komposisi Bahan (%)			Besar Butir (mm)		Komposisi	Tingkat Pembakaran (°C)
									Bahan Dasar (lempung)	Bahan Campuran (pasir)	Bahan Dasar (lempung)	Bahan Campuran (pasir)	Bahan Dasar (lempung)		
1	badan, polos, kasar, jambu (7/3-tebal)	Merah jambu (7/3-7,5YR)	20,83	5,7-12	3	2,28	28,30	14,7	33	67	0,0039-0,0156	0,0625-0,1250	Mineral	Non Mineral	600-700
2	badan, polos, halus, tipis	Coklat muda (7/3-10YR)	5,79	3,7-5,8	3	2,34	23,05	11,33	60	40	0,0019-0,0039	0,0312-0,0625	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	tidak ada	600-700
3	badan, polos, kasar (tebal-tipis)	Merah kecoklatan (6/4-5YR)	12,75	5,8-12,4	3-4	2,40	21,98	10,48	33	67	0,0039-0,0156	0,0625-0,1250	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	fragmen batuan	700-800
4	badan, polos, halus (tebal-tipis)	Abu-abu merah jambu (7/2-7,5YR)	9,90	3-10	3	2,34	21,99	10,74	60	40	0,0019-0,0039	0,0312-0,0625	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik)	600-700
5	badan, tepian, leher, polos, halus (tebal-tipis)	Merah kecoklatan (5/4-5YR)	5,10	2-4,8	3	2,41	23,50	11,27	35	65	0,0019-0,0039	0,0312-0,0625	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik)	600-700
6	badan, leher polos kasar (tebal-tipis)	Merah muda kecoklatan (6/4-5YR)	9,31	4,4-10,4	3	2,21	26,20	13,81	35	65	0,0039-0,0156	0,0625-0,1250	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik)	600
7	badan, leher polos halus (tebal-tipis)	Merah kekuningan (6/6-5YR)	7,89	3,3-8,2	3	2,17	27,36	14,82	60	40	0,0019-0,0039	0,0312-0,0625	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	tidak ada	600-700

KETERANGAN:
 No. Sampel-1 : Situs Mayangrejo (Dusun Ngjjo, Desa Mayangrejo, Kec. Kalitidu)
 No. Sampel-2 : Situs Mayangrejo (Dusun Ngjjo, Desa Mayangrejo, Kec. Kalitidu)
 No. Sampel-3 : Situs Simbatan (Dusun Batan, Desa Simbatan, Kec. Kanor)
 No. Sampel-4 : Situs Simbatan (Dusun Batan, Desa Simbatan, Kec. Kanor)
 No. Sampel-5 : Situs Mejuwet (Dusun Mejuwet, Desa Cangaan, Kec. Kanor)
 No. Sampel-6 : Situs Watanngare (Dusun Mlawatan, Desa Watanngare, Kec. Kalitidu)
 No. Sampel-7 : Situs Watanngare (Dusun Mlawatan, Desa Watanngare, Kec. Kalitidu)

Tabel 2. Komposisi Mineral dan Non Mineral dari Setiap Sampel Tembikar

Nomor Sampel Tembikar	Lokasi Sampel Tembikar	Sampel Fragmen Tembikar	Komposisi	
			Mineral	Non Mineral
1	Situs Mayangrejo	badan, polos, kasar, tebal	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung,	fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik).
2	Situs Mayangrejo	badan, polos, halus, tipis	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	tidak ada
3	Situs Simbatan	badan, polos, kasar (tebal-tipis)	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	fragmen batuan
4	Situs Simbatan	badan, polos, halus (tebal-tipis)	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik)
5	Situs Mejuwet	badan, tepian, leher, polos, halus (tebal-tipis)	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik)
6	Situs Watanngare	badan, leher polos kasar (tebal-tipis)	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	fosil mikro foraminifera (planktonik, bentonik)
7	Situs Watanngare	badan, leher polos halus (tebal-tipis)	kuarsa, plagioklas, hornblende, biotit, piroksen, lempung	tidak ada

Tabel 3. Hasil Analisis Laboratoris (Kimia) Artefak Tembikar Dari Situs-Situs DAS Bengawan Solo, Bojonegoro

Nomor Sampel	Sampel Fragmen	Kandungan Unsur (%)					
		Silikat (SiO ₂)	Besi (Fe)	Kapur (CaCO ₃)	Magnesium (Mg)	Hilang Bakar (LOI)	Unsur Lain
1	badan, polos, kasar, tebal	(SiO ₂)	Besi	4	2	9,5	25,06
2	badan, polos, halus, tipis	(Fe)	Kapur (CaCO ₃)	Magnesium	1	11,86	14,75
3	badan, polos, kasar (tebal-tipis)	(Mg)	Hilang	4	1	14,5	13,07
4	badan, polos, halus (tebal-tipis)	Bakar	0,39	4	1,5	12,36	21,0
5	badan, tepian, leher, polos, halus (tebal-tipis)	(LOI)	Unsur	4	1,5	13,07	23,57
6	badan, leher polos kasar (tebal-tipis)	Lain	0,41	4,5	1,5	11,76	21,08
7	badan, leher polos halus (tebal-tipis)	67,5	0,41	4,5	1,5	9,68	16,41

KETERANGAN :

No. Sampel-1 : Situs Mayangrejo (Dusun Ngijo, Desa Mayangrejo, Kec. Kalitidu)

No. Sampel-2 : Situs Mayangrejo (Dusun Ngijo, Desa Mayangrejo, Kec. Kalitidu)

No. Sampel-3 : Situs Simbatan (Dusun Batan, Desa Simbatan, Kec. Kanor)

No. Sampel-4 : Situs Simbatan (Dusun Batan, Desa Simbatan, Kec. Kanor)

No. Sampel-5 : Situs Mejuwet (Dusun Mejuwet, Desa Canggalan, Kec. Kanor)

No. Sampel-6 : Situs Watanngare (Dusun Mlawatan, Desa Watanngare, Kec. Kalitidu)

No. Sampel-7 : Situs Watanngare (Dusun Mlawatan, Desa Watanngare, Kec. Kalitidu)

Tabel 4. Acuan Penentu Kualitas Tembikar (Sumber: Soegondho 1993:337)

No.	Pengukuran	Buruk	Sedang	Baik
1	Berat Jenis	1 - 1,90 g/cm ³	2 - 3,5 g/cm ³	Diatas 3,5 g/cm ³
2	Kekerasan	Dibawah 3 Skala Mohs	3 - 3,5 Skala Mohs	Diatas >3,5 Skala Mohs
3	Porositas	Diatas 50%	40-50%	Dibawah 40%

DAFTAR PUSTAKA

- Astiti, Komang Ayu. 1999. Analisis Sifat-Sifat Fisik dan Unsur-unsur Kimia Beberapa Tembikar Situs Gedungkarya, Muara Jambi, Sumatera Selatan. Laporan Penelitian Arkeologi Bidang Arkeometri. Jakarta: Pusat Penelitian Arkeologi Nasional.
- Eriawati, Yusmaini dan M. Fadhlán S. Intan. 1998. "Kendi Tembikar Situs Gedungkarya: Gambaran Tingkat Keterampilan Penganjun Lokal", *Siddhayatra, Jurnal Arkeologi* 3 (2):1-14. Palembang: Balai Arkeologi Palembang.
- Eriawati, Yusmaini, M. Fadhlán S. Intan, dan Harry Lelono. 2001. Studi Etnoarkeologi: Pola Tata Kerja dan Tata Ruang Kerja Pengrajin Tembikar di Kec. Bayat, Kab. Klaten, Prov. Jawa Tengah. Laporan Penelitian Arkeologi Bidang Program, Sub Bidang Arkeometri. Jakarta: Pusat Penelitian Arkeologi.
- Intan, M. Fadhlán S. 1996. "Industri Tembikar di Kolo-Kolo, Selayar". *Majalah Kebudayaan* 6 (12): 74-82. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- , 2002. "Analisis Teknologi Laboratoris Gerabah Situs Gua Rammang-Rammang, Maros, Sulawesi Selatan". *WalennaE, Jurnal Arkeologi Sulselra*, Volume V, Nomor 8, hlm.: 34-42. Makassar: Balai Arkeologi Makassar.
- , 2003. "Gerabah Situs Karang Agung: Analisis Teknologi Laboratoris". *Siddhayatra, Jurnal Arkeologi*, Volume 8, Nomor 1, hlm.: 35-46. Palembang: Balai Arkeologi Palembang.
- , 2003. "Analisis Teknologi Laboratoris Gerabah dari Situs Leran". *Berkala Arkeologi*, Tahun XXIII, Edisi No.1, hlm.: 75-87. Yogyakarta: Balai Arkeologi Yogyakarta.
- , 2011. "Analisis Teknologi Laboratoris Tembikar dari Situs Minanga Sipakko, Kec. Kalumpang, Kab. Mamuju, Prov. Sulawesi Barat". *Kalpataru, Majalah Arkeologi*, Vol. 20 No. 1, hlm.: 52-74. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Arkeologi Nasional.
- Intan, M. Fadhlán S., Yusmaini Eriawati, dan Vita. 2003. "Perubahan Aliran Bengawan Solo, Kaitannya dengan Keberadaan Situs-situs Arkeologi di Wilayah Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur, Tahap-I", Laporan Penelitian Arkeologi Subbidang Laboratorium Ekofak dan Artefak. Jakarta: Asisten Deputi Urusan Arkeologi Nasional.
- , 2004. "Perubahan Aliran Bengawan Solo, Kaitannya dengan Keberadaan Situs-situs Arkeologi di Wilayah Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur, Tahap-II", Laporan Penelitian Arkeologi Subbidang Laboratorium Ekofak dan Artefak. Jakarta: Asisten Deputi Urusan Arkeologi Nasional.
- Kraus, E.H., W.F. Hunt, dan L.S. Ramsdell. 1959. *Mineralogy, An Introduction to the Study of Minerals and Crystals*. New York, Toronto, London: McGraw-Hill Book Company, Inc., Tokyo: Kogakusha Company, Ltd.
- Ong, H.L., et. al. 1981. "Mineralogi". Bandung: Laboratorium Mineralogi, Departemen Teknik Geologi ITB.
- Pettijohn, P.J. 1975. *Sedimentary Rocks*. New York: Harper and Brothers.
- Rangkuti, N., dan M. Fadhlán S. Intan. 1993. "Tembikar Tradisi Sriwijaya di Kayu Agung" dalam Mindra Faizaliskandiar, Sonny Wibisono, dan Johan Hanafiah (ed.). *Sriwijaya dalam Perspektif Arkeologi dan Sejarah*. hlm.: 1-14. Palembang: Pemda Tk. I Sumatera Selatan,
- Soegondho, Santoso. 1993. Wadah Keramik Tanah Liat dari Gilimanuk dan Plawangan: Sebuah Kajian Teknologi dan Fungsi. Disertasi Bidang Ilmu

- Pengetahuan Budaya, Program Pascasarjana. Depok: Universitas Indonesia.
- . 1995. *Tradisi Tembikar di Indonesia: dari Masa Prasejarah Hingga Masa Kini*. Jakarta: P.T. Dian Rakyat.
- . 2000. "Terakota Masa Prasejarah". dalam buku *3000 Tahun Terakota Indonesia: Jejak Tanah dan Api*. hlm. 3-10. Jakarta: Museum Nasional Indonesia.
- Sofyan, Arfian dan M. Fadhlán S. Intan. 2004. "Analisis Teknologi Temuan Gerabah Kuno di Situs Labo Tua". *AMERTA Berkala Arkeologi*, No. 23, hlm.:92-113. Jakarta: Asisten Deputi Urusan Arkeologi Nasional.
- . 2006. "Analisis Laboratoris Temuan Gerabah dari Situs Megalitik Lembah Besoa". *Jejak-jejak Arkeologi*, Nomor 6, hlm.: 119-130. Manado: Balai Arkeologi Manado.
- Utomo, Bambang Budi. 1988. "Permasalahan Umum Arkeologi Jambi", dalam REHPA III, Pandeglang, 5-9 Desember 1986, hlm.: 157-171. Jakarta: Pusat Penelitian Arkeologi Nasional.
- Wibisono, Sonny. 2000. "Terakota Masa Klasik". dalam *3000 Tahun Terakota Indonesia: Jejak Tanah dan Api*. hlm. 13-18. Jakarta: Museum Nasional Indonesia.