

ANALISIS BAHAN GERABAH PADA TEMUAN HASIL EKSKAVASI DI KAWASAN LEMBAH BEHOA

Pottery Materials Analysis from Area Excavation Finds in the Behoa Valley Area

Wiji Triningsih¹ dan Dwi Yani Yuniawati-Umar²

¹Museum Semedo, Kab. Tegal, Jawa Tengah, Indonesia

²Pusat Riset Arkeologi Prasejarah dan Sejarah, BRIN, Jakarta, Indonesia

wijitn2@gmail.com

Naskah diterima : 14 Februari 2022
Naskah direvisi : 25 Maret 2022
Naskah disetujui : 25 Mei 2022

Abstract. *The Behoa Valley Area is one of megalithic cultural heritage from the early metal era (paleometallic) and the supporting communities was already familiar with technology of pottery creation. The discovery of pottery fragments dominates each research carried out in this site. This paper aims to understand the source of the pottery materials by comparing modern pottery materials used by the current community around the site. Total of 26 samples were used, consist of 24 pottery fragments sampled from sites in The Behoa Valley area, one pottery fragment sampled from Pangawumbu, and one pottery fragment sampled from craftsman in Doda village. Method of analysis used in this research is chemical element analysis, conducted towards the clay matrix and carried out microscopically using Scanning Electron Microscope (SEM). Chemical element analysis of the clay matrix are used to understand the pottery clusters based on chemical element composition contained in the clay matrix. Pottery clusters then discovered from statistical analysis using Principal Component Analysis and Hierarchical Clustering Analysis methods. Based on the result of the chemical elements analysis, it is revealed that pottery material from the sites in The Behoa Valley area has similarity with pottery material from craftsman around the site.*

Keywords: *Central Sulawesi Pottery, Behoa Valley Clay matrix, SEM (Scanning Electron Microscope), Clay chemical element, Central Sulawesi*

Abstrak. Kawasan Lembah Behoa merupakan salah satu tinggalan budaya megalitik pada masa logam awal (paleometalik) dan masyarakat pendukungnya sudah mengenal teknologi pembuatan gerabah. Temuan fragmen gerabah merupakan temuan yang mendominasi pada setiap penelitian. Artikel ini bertujuan untuk mengetahui asal sumber bahan gerabah yang digunakan dengan membandingkan sumber bahan/gerabah produksi masyarakat sekitar situs. Sampel yang digunakan berjumlah 26 buah, yaitu 24 sampel fragmen gerabah dari situs-situs di Kawasan Lembah Behoa, satu fragmen gerabah dari Pangawumbu, dan satu fragmen gerabah dari perajin gerabah Desa Doda. Metode analisis yang digunakan adalah analisis unsur kimia matriks tanah liat yang dilakukan secara mikroskopis menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil analisis unsur kimia matriks tanah liat digunakan untuk mengetahui pengelompokkan gerabah berdasarkan komposisi unsur kimia yang terkandung dalam matriks tanah liat. Pengelompokkan gerabah tersebut diketahui dari hasil analisis statistik dengan menggunakan metode *Principal Component Analysis* dan *Hierarchical Clustering Analysis*. Berdasarkan hasil analisis unsur kimia matriks tanah liat diketahui bahwa bahan gerabah dari situs-situs di Lembah Behoa memiliki kesamaan dengan bahan gerabah dari perajin sekitar situs.

Kata kunci: Gerabah Sulawesi Tengah, Lembah Behoa, Matriks tanah liat, SEM (*Scanning Electron Microscope*), Unsur kimia tanah liat.

1. Pendahuluan

Gerabah merupakan artefak penting dalam penelitian karena keberadaannya tidak dapat dipisahkan dengan kebutuhan hidup manusia (Andari, 2009, hal. 179). Hal ini terlihat dari hubungan kegunaannya sebagai pelengkap kehidupan sosial ekonomi maupun kehidupan religius (Shepard, 1965 dalam Soegondho, 1995, hal. 1). Menurut Atmosudiro (1994, hal. 1), pemakaian gerabah berkaitan dengan kelompok manusia yang sudah tinggal menetap karena gerabah merupakan benda yang mudah pecah sehingga diasumsikan bahwa gerabah tidak sesuai jika digunakan oleh kelompok manusia yang nomaden/berpindah-pindah. Hasil penelitian gerabah khususnya di Indonesia diketahui bahwa gerabah sudah muncul pada masa prasejarah dan berlanjut di masa hindu-budha hingga saat ini.

Teknologi pembuatan gerabah Indonesia diperkirakan muncul pada masa berburu dan mengumpulkan makanan tingkat lanjut karena temuan gerabah berasosisasi dengan temuan artefak lain pada masa tersebut (Atmosudiro, 1994, hal. 58). Gerabah tersebut memiliki ciri khas tertentu, yaitu berbentuk kebulat-bulatan; tidak banyak variasi bentuk, dibentuk dengan teknik tangan, dan memiliki pola hias sederhana (Atmosudiro, 1994, hal. 4). Jenis-jenis gerabah yang sering ditemukan, seperti tempayan; cawan/wadah berkaki; dan periuk.

Di wilayah Indonesia, temuan gerabah juga berasosisasi erat dengan budaya megalitik. Salah satunya di kawasan Dataran Tinggi Lore yang meliputi Lembah Napu, Lembah Behoa, dan Lembah Bada. Hasil dari penelitian diketahui bahwa tinggalan budaya megalitik bervariasi jenisnya, seperti kubur tempayan batu (kalamba), arca, dolmen, batu temu gelang, lumpang batu, batu berlubang dakon, batu dulang, umpak batu, monolit, struktur batu (benteng/jalan), batu bergores, tempayan (tanah liat) dan fragmen gerabah (Yuniawati, 2014; Yuniawati-Umar, 2020, hal. 51-54). Fragmen gerabah merupakan temuan yang paling banyak jumlahnya daripada temuan tinggalan budaya megalitik lainnya. Hasil analisis bentuk yang dilakukan pada fragmen gerabah diketahui bahwa temuan-temuan tersebut berfungsi sebagai wadah maupun non wadah, jenis-jenis

yang sering ditemukan berupa mangkuk, periuk, tempayan besar, tempayan kecil, kaki wadah, tutup wadah, tutup datar, gacuk dan lain-lain. (Yuniawati-Umar dkk., 2021, hal. 152-153).

Tempayan dari tanah liat merupakan salah satu ciri khas budaya megalitik di Pegunungan Telawi, temuan tersebut cukup banyak ditemukan yang berada dalam satu konteks maupun berdekatan dengan temuan megalitik seperti arca maupun kubur tempayan batu (kalamba). Dari hasil ekskavasi maupun survei, temuan tempayan berupa fragmen maupun wadah kosong (tanpa isi) (Yuniawati-Umar, 2020 dalam Yuniawati-Umar dkk, 2021, 31). Selain itu, fragmen gerabah yang ditemukan ada beberapa yang memiliki pola hias sederhana berupa titik-titik, motif geometris, slip merah bermotif geometris dan banyak fragmen gerabah yang polos. Menurut Yuniawati-Umar (2021, hal. 146), motif-motif hias tersebut memiliki kemiripan dengan temuan gerabah di situs-situs Kalumpang (Sulawesi Barat). Selain itu, teknologi pembuatan dan bahan yang digunakan dalam gerabah juga dapat untuk mengetahui pertukaran, produksi, dan pola konsumsi gerabah oleh masyarakat pendukungnya (Arifin, 2008, hal. 14).

Salah satu cara untuk mengetahui teknologi pembuatan dan pola konsumsi gerabah, yaitu dengan melakukan analisis SEM (*Scanning Electron Microscope*). SEM merupakan alat yang efektif untuk mempelajari matriks/kandungan tanah liat yang digunakan sebagai bahan utama pembuatan gerabah. Alat ini mempelajari bentuk, tekstur, dan susunan dalam tanah liat dengan bentuk tiga dimensi (Bohor dan Hughes, 1991, hal 49-54). Menurut Cassio, *etc* (2019, hal. 2), alat SEM yang ditambah dengan EDS (*Energy Dispersive X-ray Spectrometry*) dapat menghasilkan informasi komposisi unsur kimia pada matriks tanah liat dengan area pengamatan besar maupun kecil. Sehingga hasil gerabah yang dianalisis menggunakan alat SEM dapat diketahui asal/sumber tanah liat dan kelompok pembuat gerabah.

Pada tahun 2021, Yuniawati-Umar dan tim melakukan penelitian budaya megalitik di Kawasan Dataran Tinggi Lore tepatnya di Lembah Behoa. Secara administrasi Lembah Behoa

berada di Kecamatan Lore Tengah, Kabupaten Poso, Sulawesi Tengah yang berada ditinggikan antara 1.200 mdpl hingga lebih dari 1.700 mdpl dengan luas wilayah 976,37 km². Kecamatan Lore Tengah hingga saat ini ditemukan 38 lokasi situs megalitik dari hasil survei yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Arkeologi Nasional, namun situs megalitik yang telah terdata sebanyak 33 lokasi dan 5 lokasi lainnya belum dilakukan pendataan (Yuniawati-Umar, 2020, hal. 49).

Tulisan ini merupakan hasil analisis gerabah dari penelitian yang dilakukan pada tahun 2021. Pada tahun 2021 tersebut telah dilakukan ekskavasi di empat situs, yaitu Situs Pada Hadoa di Desa Hanggira, Situs Halu Tawe dan Situs Pada Lalu di Desa Lempe, serta Situs Tadulako di Desa Doda. Keempat situs yang diteliti tersebut merupakan situs-situs hunian yang juga berfungsi sebagai situs pemujaan, penguburan, dan perbengkelan. Situs-situs tersebut mulai dihuni pada Masa Logam Awal (Paleometalik) atau sekitar awal abad Masehi (Abad 1-2 Masehi) hingga sekitar abad ke-13 M (Yuniawati-Umar, 2020; Yuniawati-Umar dkk., 2021, hal. 185). Hasil penelitian ini didominasi oleh temuan fragmen-fragmen gerabah dari kotak ekskavasi dan kubur tempayan batu (kalamba) baik yang berfungsi sebagai wadah maupun non wadah. Banyaknya temuan fragmen gerabah dari keempat situs mengindikasikan bahwa tingginya tingkat konsumsi gerabah oleh masyarakat pendukung pada masa tersebut.



Gambar 1. Fragmen gerabah hias geometris dari Situs Halutawe (Sumber: Yuniawati-Umar dkk., 2021)

Dari hasil survei yang dilakukan pada tahun 2021, di dekat lokasi situs-situs megalitik yang terletak ± 3 km dari Situs Pada Hadoa, Desa Hanggira dan $\pm 3,5$ km dari Situs Halu Tawe, Desa

Lempe terdapat area yang lebih tinggi dari pada persawahan disekitarnya. Oleh warga setempat disebut Pangawumbu yang berarti tanah tinggi dari sekitarnya dan terletak di Desa Hanggira. Panguwumbu merupakan tempat produksi belanga/wadah gerabah mulai dari pengambilan bahan/tanah liat di lokasi tersebut, pembuatan belanga/wadah gerabah hingga proses pembakaran karena masih terdapat bekas aktivitasnya. Aktivitas tersebut dilakukan sejak awal tahun 1900-an hingga 1960-an oleh warga desa setempat. Selain itu, aktivitas pembuatan belanga atau wadah gerabah juga dilakukan di Desa Doda yang berjarak ± 4 km dari Situs Tadulako, Desa Doda. Aktivitas produksi tersebut dari mulai pembuatan hingga pembakaran dilakukan di rumah masing-masing, sedangkan bahan atau tanah liatnya diambil dari area persawahan di sekitar Situs Tadulako (Yuniawati-Umar dkk., 2021, hal. 170).

Temuan fragmen gerabah tersebut menarik untuk diamati karena dapat digunakan untuk mengetahui asal sumber bahan, jumlah perajin, dan ciri khas dari masing-masing perajin gerabah dengan melakukan pengamatan dari metode pembuatannya dan bahan yang digunakan, seperti tanah liat serta temper. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan sumber bahan gerabah dari Situs Pada Hadoa, Situs Halu Tawe, Situs Pada Lalu, Situs Tadulako, dengan sumber bahan gerabah yang digunakan oleh perajin gerabah yang berada di sekita situs, yaitu perajin Desa Hanggira dan perajin Desa Doda menggunakan alat SEM-EDS (*Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray Spectrometer*).



Gambar 2. Lokasi pembuatan belanga di Pangawumbu, Desa Hanggira (Sumber: Yuniawati-Umar dkk., 2021)

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan, pengolahan, dan analisis data arkeologi. Pengumpulan data arkeologi berupa fragmen gerabah yang berasal kegiatan survei kepada perajin gerabah disekitar situs dan ekskavasi di empat situs kawasan Lembah Behoa. Ekskavasi dilakukan di Situs Pada Hadoa, Desa Hanggira; Situs Halu Tawe dan Situs Pada Lalu, Desa Lempe; dan Situs Tadulako, Desa Doda. Total sampel fragmen gerabah yang digunakan berjumlah 26 buah yang terdiri dari: 8 buah dari Situs Pada Hadoa, 6 buah dari Situs Halu Tawe, 3 buah dari Situs Pada Lalu, 7 buah dari Situs Tadulako, 1 buah dari Pangawumbu, dan 1 buah dari perajin Desa Doda. Sampel gerabah yang dianalisis merupakan bagian tepian fragmen karena untuk meminimalisir kesamaan obyek yang diambil. Untuk selanjutnya, sampel-sampel gerabah tersebut akan dilakukan analisis bahan/tanah liat.

Tabel 1. Sampel fragmen gerabah dari penelitian di Lembah Behoa tahun 2021

No	Nama Situs	Kotak	Spit	Jenis Temuan	Nomor Temuan
1	Pada Lalu	K2	6	Tepian polos	36
2	Pada Lalu	K2	5	Tepian polos	32
3	Pada Lalu	K5	5	Tepian Hias	33
4	Pada Hadoa	K4	8	Tepian polos	-
5	Pada Hadoa	K4	6	Tepian slip hitam	-
6	Pada Hadoa	K3	9	Tepian gores	-
7	Pada Hadoa	K3	4	Tepian polos	-
8	Pada Hadoa	K3/KLM	4	Tepian polos	15
9	Pada Hadoa	K3	P	Tepian polos	Ayakan
10	Pada Hadoa	K4	6	Tepian gerabah berlubang	-
11	Pada Hadoa	K3/KLM	4	Badan polos	-
12	Halu Tawe	K5	9	Tepian hias gores	Ayakan
13	Halu Tawe	K5	9	Tepian slip hitam	Ayakan
14	Halu Tawe	K5	6	Tepian tatap (cracker)	Ayakan
15	Halu Tawe	K5	10	Tepian polos	Ayakan
16	Halu Tawe	K5	7	Tepian slip merah	Ayakan
17	Halu Tawe	K1	5	Tepian tatap	-
18	Tadulako	K6	3	Tepian slip merah	-

19	Tadulako	K5	-	Tepian hias gores	-
20	Tadulako	K4	3	Tepian cracker	-
21	Tadulako	K4	2	Tepian cracker	-
22	Tadulako	K3	-	Tepian hias tatap	-
23	Tadulako	K3	-	Tepian polos	-
24	Tadulako	K6	-	Tepian garis	-
25	Desa Doda	Survei	-	Tepian polos	-
26	Pangawumbu	Survei	-	Badan polos	-

Sumber: Yuniawati-Umar dkk., 2021

Menurut Orton, et al (1993, hal. 70) analisis bahan yang sering dilakukan para peneliti biasanya melakukan pengamatan melalui temper dan matriks tanah. Matriks tanah liat berukuran kurang dari 0,002 mm sehingga dapat dilihat menggunakan alat bantu SEM (*Scanning Electron Microscope*) (Orton et al, 1993; Pradipta, 2018, hal. 8). Alat SEM yang ditambahkan dengan EDX (*Energy Dispersive X-ray Spectrometry*) akan menghasilkan informasi komposisi unsur kimia pada matriks tanah liat (Cassio, 2019, hal. 2), sehingga pengamatan sampel-sampel gerabah tersebut menggunakan SEM-EDX untuk menghasilkan data yang valid. Menurut Summerhayes (2000), terdapat tujuh unsur/ elemen yang dipilih karena sering dijumpai dalam kandungan matriks tanah liat, yaitu magnesium (Mg), aluminium (Al), silika (Si), kalium (K), kalsium (Ca), titanium (Ti), dan besi (Fe).

Sebelum dilakukan analisis SEM (*Scanning Electron Microscope*), sampel fragmen gerabah dipreparasi atau dipotong dengan ukuran 1x1x1 cm untuk mempermudah dalam pengamatan matriks tanah liat. Untuk selanjutnya dilakukan pengecekan unsur kimiawi yang terkandung pada tanah liat dengan alat bantu SEM tipe Hitachi SU3500 Sebelum dilakukan pengamatan menggunakan alat SEM, sampel yang sudah dipotong perlu dicoating terlebih dahulu agar lebih konduktif dan mengurangi kerusakan termal (Hoflinger, 2013). Pengamatan sampel menggunakan perbesaran 3000x agar terlihat jelas perbedaan matrik tanah liat dengan temper pada gerabah. Hasil analisis SEM kemudian diproses menggunakan analisis

statistik dengan metode *Principal Component Analysis* (Analisis Komponen Utama) dan *Hierarchical Clustering Analysis* (Analisis Pengelompokkan) untuk memprediksi jumlah kelompok yang dihasilkan dari kandungan unsur kimiawi pada matriks tanah liatnya (Triningsih, 2021, hal. 59). Dalam penelitian ini menggunakan program IBM SPSS Statistics versi 22 untuk dua jenis analisis statistik pada sampel-sampel gerabah. Seluruh hasil analisis tersebut kemudian disintesis dengan tinggi tingkat konsumsi gerabah masyarakat pendukung budaya megalitik di Lembah Behoa dan aktivitas pembuatan gerabah agar dapat diperoleh interpretasi yang sesuai dengan penyelesaian masalah yang diajukan dalam penelitian.

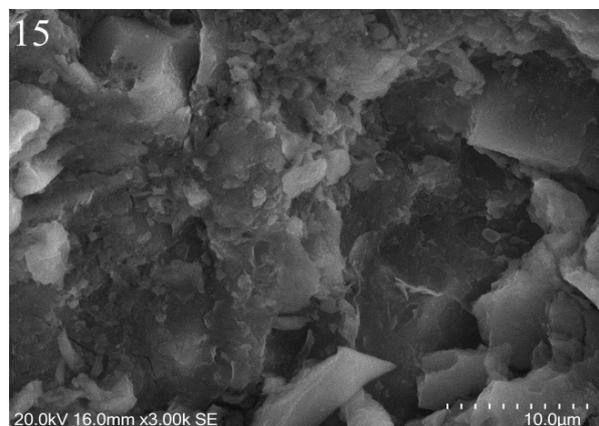
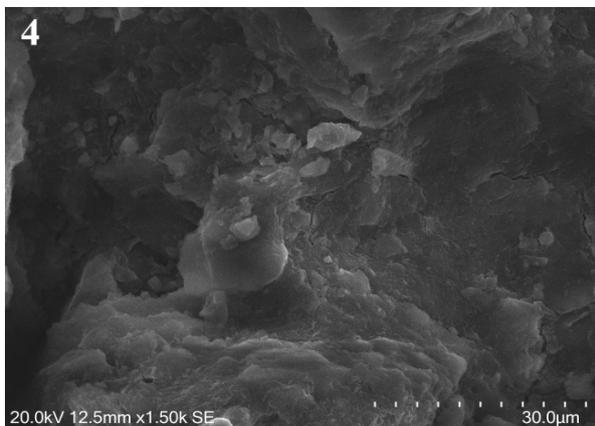


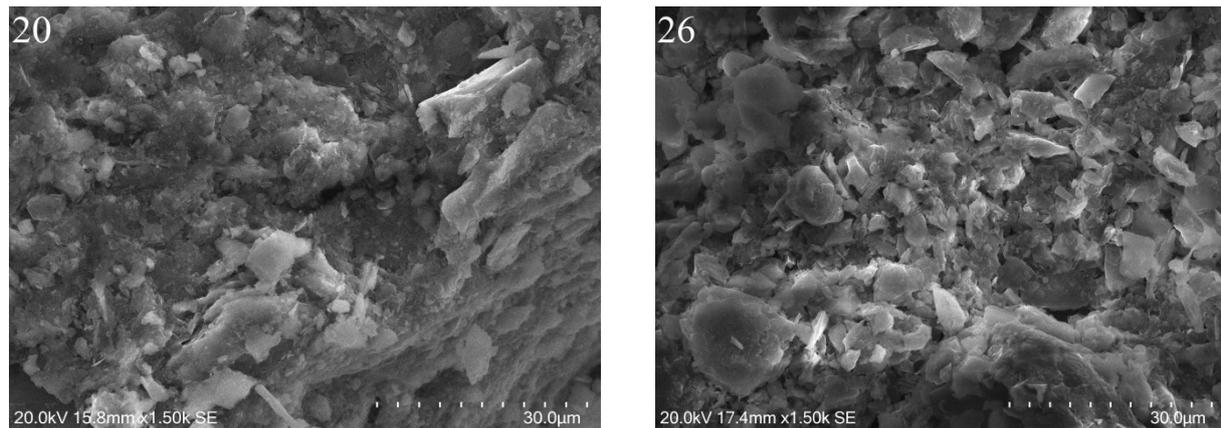
Gambar 3. Sampel dipotong ukuran 1x1x1 cm
(Sumber: Wiji, 2021)

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian bahan gerabah menggunakan alat SEM lebih produktif dibandingkan dengan metode yang lain yang biasa dilakukan karena dapat membedakan dan menganalisa secara terpisah matriks tanah liat dan inklusi pada gerabah (Riyani, 2020, hal. 9). Pada penelitian ini matriks diamati menggunakan SEM-EDX untuk mengetahui persentase tujuh unsur kimiawi yang terpilih dalam matriks tanah liat.

Setelah dilakukan pengamatan menggunakan SEM-EDX terhadap 26 sampel fragmen gerabah maka diketahui persentase tujuh unsur tersebut dengan menunjukkan oksidasinya. Menurut Anggraeni (2012, hal. 251), oksidasi berfungsi untuk mengetahui kelompok perajin gerabah. Hasil analisis komposisi tujuh unsur kimiawi (Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, dan Fe) fragmen-fragmen gerabah dari empat situs dan perajin sekitar menggunakan alat SEM-EDX diketahui unsur silika (Si) memiliki persentase yang paling tinggi daripada unsur yang lain. Menurut Yuniawati-Umar (2020, hal. 326), silika (Si) berfungsi untuk menambah kekerasan gerabah ketika proses pembakaran. Hasil analisis SEM-EDX 26 sampel fragmen gerabah dengan menunjukkan senyawa oksidasi dapat dilihat pada gambar 4 dan tabel 2.





Gambar 4. Matriks tanah liat sampel nomor 4, 15, 20, dan 26 dengan perbesaran 3000x (Sumber: Yuniawati-Umar, 2021)

Tabel 2. Hasil SEM-EDX pada 26 buah sampel fragmen gerabah Lembah Behoa dari penelitian tahun 2021

No	No. Sampel XE "Ngofakiaha"	Nama Situs XE "Makian"	Kode Sampel	MgO	Al2O3	SiO2	K2O	CaO	TiO2	Fe2O3	Satuan	Ket.
1	Sampel 1	Pada Lalu	PDL/K2/⑥/36/2021	1.3	25.2	42.2	3.1	1.2	2.7	24.4	%	36
2	Sampel 2	Pada Lalu	PDL/K2/⑤/32/2021	1.8	18.6	44.4	3.1	1.3	3.7	27.1	%	32
3	Sampel 3	Pada Lalu	PDL/K5/⑤/33/2021	2.7	20.1	56.8	3.4	2.1	2.1	12.8	%	33
4	Sampel 4	Pada Hadoa	PDH/K4/⑧/2021	0.7	20.9	43.9	2.3	0.9	3.3	28	%	
5	Sampel 5	Pada Hadoa	PDH/K4/⑥/2021	0.7	21.1	52	2.7	1.1	3.5	18.8	%	
6	Sampel 6	Pada Hadoa	PDH/K3/⑨/2021	2	19	48.5	3.4	0.7	2.2	24.1	%	
7	Sampel 7	Pada Hadoa	PDH/K3/④/2021	1.6	15.3	35	3.5	1.1	3.3	40.1	%	
8	Sampel 8	Pada Hadoa	PDH/K3/④/KAL/15/2021	0.4	17.9	41.9	7.8 (tinggi)	2.8	1.7	2.9 (rendah)	%	15 (Kubur tempayan batu/kalamba)
9	Sampel 9	Pada Hadoa	PDH/K3/P/2021	0.8	25.7	60.3 (tinggi)	1.3 (rendah)	0.1 (rendah)	0.1 (rendah)	11.7 (rendah)	%	Ayakan
10	Sampel 10	Pada Hadoa	PDH/K4/⑥/2021	1.8	14.4	40.2	3.6	1.5	3.1	35.4	%	
11	Sampel 11	Pada Hadoa	PDH/K3/④/KAL/2021	1.1	17.9	50	4.8	1.7	4	20.5	%	(Kubur tempayan batu/kalamba)
12	Sampel 12	Halu Tawe	HTW/K5/⑨/2021	1.3	16.2	68.7 (tinggi)	1.8 (rendah)	0 (rendah)	0 (rendah)	12 (rendah)	%	Ayakan
13	Sampel 13	Halu Tawe	HTW/K5/⑨/2021	2.2	15.5	37.1	2.2	2.2	5.5	35.3	%	Ayakan
14	Sampel 14	Halu Tawe	HTW/K5/⑥/2021	1.7	16.2	44.8	3.6	1.5	4.1	28.1	%	Ayakan
15	Sampel 15	Halu Tawe	HTW/K5/⑩/2021	0.7	21.2	49.6	2.7	2.3	3	20.4	%	Ayakan
16	Sampel 16	Halu Tawe	HTW/K5/⑦/2021	0.7	24	62.2 (tinggi)	0.9 (rendah)	0 (rendah)	0 (rendah)	12.3 (rendah)	%	Ayakan
17	Sampel 17	Halu Tawe	HTW/K1/⑤/2021	2	16.4	45.4	4.3	1	3	27.9	%	
18	Sampel 18	Tadulako	TDL/K6/③/2021	1.6	16.8	38.2	2.5	1.8	5	34	%	
19	Sampel 19	Tadulako	TDL/K5/-/2021	1.6	21.7	42.5	2.3	2.6	4.8	24.5	%	
20	Sampel 20	Tadulako	TDL/K4/③/2021	1.9	25.3	45.1	2.6	0.9	1.3	22.9	%	
21	Sampel 21	Tadulako	TDL/K4/②/T1/2021	3.1	19.5	39.9	3.4	2	3.9	28.2	%	T1
22	Sampel 22	Tadulako	TDL/K3/-/2021	2.6	18.5	41.5	3.6	2.4	4.4	27.1	%	
23	Sampel 23	Tadulako	TDL/K3/-/2021	2.2	20.2	43	3.5	1.7	3.3	26.1	%	
24	Sampel 24	Tadulako	TDL/K6/-/2021	1.6	14.1	44.1	4.5	2.5	1.1	20.9	%	
25	Sampel 25	Desa Doda	Doda/2021	1.9	17.7	42.9	4.6	1.7	4.2	26.9	%	Survei
26	Sampel 26	Pangawumbu	PGW/2021	1.5	19.9	44.7	4.2	2.2	3.5	24	%	Survei

Sumber: Yuniawati-Umar dkk., 2021

Note: 1. Warna Kuning memiliki angka tertinggi dari angka yang lain.
2. Warna hijau memiliki angka terendah dari angka yang lain.

Selanjutnya data analisis SEM-EDX diproses menggunakan statistik dengan metode PCA dan *Hierarchical Clustering Analysis*. Hasil analisis statistik menggunakan kedua metode tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut.

3.1. Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*)

Principal Component Analysis (PCA) merupakan metode statistik yang digunakan untuk mengubah variable asli dalam jumlah besar dan berkorelasi menjadi satu atau beberapa variabel baru dalam jumlah kecil dan berkorelasi (Dunteman, 1989, hal. 7). Menurut Triningsih (2021, hal. 71), tujuan PCA untuk menyederhanakan data sehingga diperlukan data awal yang saling berkorelasi dan dapat diinterpretasikan menjadi data baru. Data awal diambil dari persentase tujuh unsur kimiawi matriks tanah liat yang terdiri dari Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, dan Fe yang terkandung dalam 26 sampel fragmen gerabah hasil penelitian di Lembah Behoa. Penyederhanaan variabel yang diambil dari data awal tersebut dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4, dan Gambar 5.

Tabel 3. Total variance explained untuk 26 sampel fragmen gerabah

Com- ponent/ Faktor	Total Variance Explained					
	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.409	48.707	48.707	3.409	48.707	48.707
2	1.474	21.051	69.758	1.474	21.051	69.758
3	.811	11.587	81.345			
4	.704	10.058	91.403			
5	.386	5.508	96.911			
6	.187	2.667	99.578			
7	.030	.422	100.000			

Sumber: Yuniawati-Umar dkk., 2021

Dalam analisis PCA ini, *eigenvalue* dan *scree plot* dijadikan dasar dalam penentuan jumlah faktor komponen utama. Pada tabel (lihat Tabel 3) menunjukkan bahwa hanya *eigenvalue* >1 yang dimasukkan dalam dalam model dan *eigenvalue*

<1 tidak diperlukan, sehingga diketahui terdapat 2 faktor. Faktor 1 dapat menerangkan 48,707% dari 69,578% dan Faktor 2 dapat menerangkan 21,051% dari 69,578%.

Tahap selanjutnya yaitu proses rotasi faktor. Rotasi faktor ini diperlukan karena metode ekstraksi faktor belum menghasilkan komponen faktor utama yang jelas. Tujuan dari rotasi faktor ini agar dapat memperoleh struktur faktor yang lebih sederhana agar mudah diinterpretasikan. *Rotated component matrix* digunakan untuk mengetahui penentuan variabel ke dalam suatu faktor. Variabel unsur dipilih dengan melihat nilai korelasi yang terbesar (warna kuning). Pada tabel *rotated component matrix* dapat dilihat distribusi dari 7 variabel terhadap 2 faktor yang telah terbentuk (lihat Tabel 4). Semua variabel yang ada telah memiliki kelompok faktor. Selanjutnya faktor tersebut dikelompokkan sesuai dengan hasil proses rotasi yang telah terbentuk, yaitu:
Faktor 1: MgO, Al₂O₃, TiO₂, Fe₂O₃
Faktor 2: SiO₂, K₂O, CaO

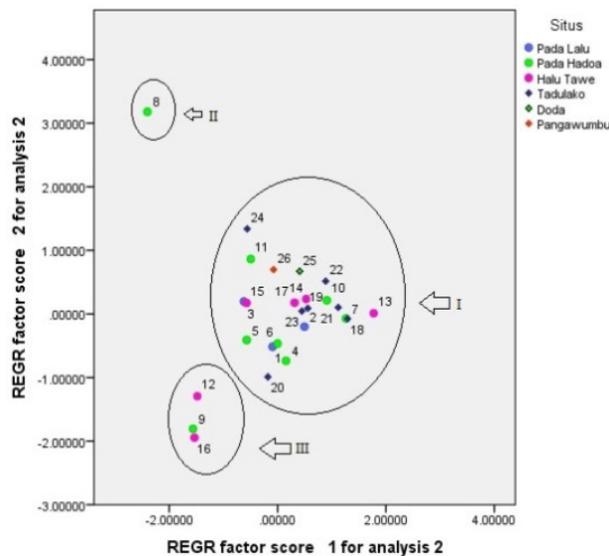
Tabel 4. *Rotated component matrix* dari 26 sampel fragmen gerabah.

Rotated Component Matrix^a

	Component	
	1	2
MgO	.640	.061
Al2O3	-.380	-.509
SiO2	-.730	-.509
K2O	-.128	.926
CaO	.269	.820
TiO2	.797	.341
FeO	.950	-.051

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization^a
a. Rotation converged in 3 iterations.

Sumber: Yuniawati-Umar dkk., 2021



Gambar 5. PCA scatter plot dari Faktor 1 terhadap Faktor 2 menggunakan tujuh unsur kimia dari 26 sampel fragmen gerabah
(Sumber: Yuniawati-Umar dkk., 2021)

Berdasarkan grafik hasil analisis faktor menggunakan PCA (*Principal Component Analysis*) diketahui hubungan antara Faktor 1 terhadap Faktor 2 menunjukkan bahwa terdapat 3 grup dan sebagian besar sampel berada dalam Grup I. Pada Grup II terdapat Sampel 8 dari dalam kubur tempayan batu (kalamba) (Situs Pada Hadoa) yang tidak mengelompok dengan yang lain karena dipengaruhi oleh Faktor 1 pada persentase unsur besi (Fe) yang paling rendah dari keseluruhan sampel dan Faktor 2 pada persentase unsur kalium (K) yang paling tinggi dari keseluruhan sampel. Sedangkan Grup III terdapat Sampel 9 dari Situs Pada Hadoa, Sampel 12 dan Sampel 16 dari Situs Halu Tawe yang disebabkan oleh Faktor 1 pada persentase unsur titanium (Ti) dan besi (Fe) yang paling rendah dari keseluruhan sampel, serta Faktor 2 pada persentase unsur silika (Si) yang paling tinggi dari keseluruhan sampel dan persentase unsur kalium (K) dan kalsium (Ca) yang paling rendah dari keseluruhan sampel (lihat Tabel 2). Oleh karena itu, untuk memastikannya diperlukan analisis lanjutan menggunakan analisis pengelompokkan (*Hierarchical Clustering Analysis*).

3.2. Analisis Pengelompokkan (*Hierarchical Clustering Analysis*)

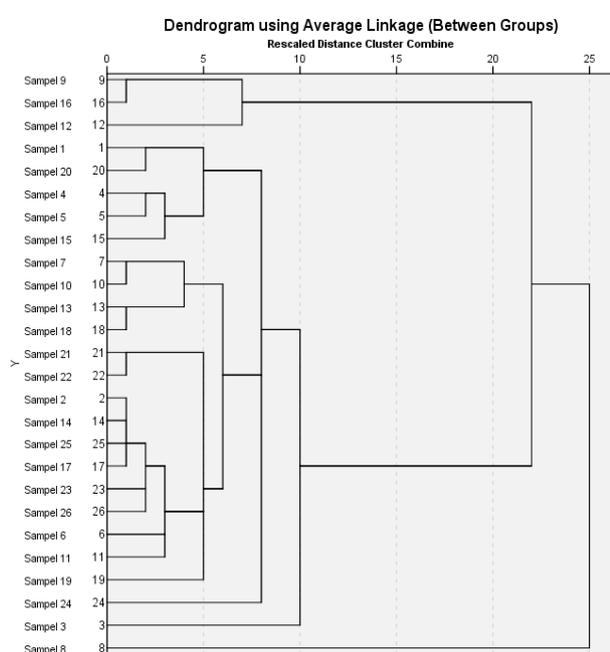
Hierarchical Clustering Analysis merupakan teknik yang digunakan untuk memprediksi jumlah kelompok dari unsur-unsur kimia yang terkandung pada matriks tanah liat. Gerabah-gerabah yang memiliki kesamaan unsur paling dekat akan membentuk satu klaster yang sama. Analisis ini dilakukan menjadikan kelompok besar ke dalam kelompok-kelompok yang lebih kecil (Coakes, 1999; Riyani, 2020 hal. 81). Hasil analisis pengelompokkan diharapkan dapat diperoleh klasifikasi klaster/kelompok fragmen gerabah-gerabah dari Situs Pada Lalu, Situs Pada Hadoa, Situs Halu Tawe, Situs Tadulako, Panguwumbu, dan perajin Desa Doda. Kelompok-kelompok sampel tersebut ditentukan dahulu dengan *range of solution*. Pada penelitian ini *range of solution* dipilih dengan angka minimum 2 (dua) dan maksimum 4 (empat), sehingga hasil prediksi dari 26 sampel fragmen gerabah adalah 2-4 kelompok. Proses pengelompokkan tersebut dilakukan dengan metode *Between Group Linkage* dengan dilanjutkan dengan pengelompokkan secara bertingkat. Dalam analisis ini diperoleh hasil berupa tabel *cluster membership* dan grafik dendrogram (lihat Tabel 5 dan Gambar 6).

Tabel 5. Hasil *cluster membership* dari 26 sampel fragmen gerabah

Case	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
Sampel 1	1	1	1
Sampel 2	1	1	1
Sampel 3	2	1	1
Sampel 4	1	1	1
Sampel 5	1	1	1
Sampel 6	1	1	1
Sampel 7	1	1	1
Sampel 8	3	2	2
Sampel 9	4	3	1
Sampel 10	1	1	1
Sampel 11	1	1	1
Sampel 12	4	3	1
Sampel 13	1	1	1
Sampel 14	1	1	1
Sampel 15	1	1	1
Sampel 16	4	3	1

Sampel 17	1	1	1
Sampel 18	1	1	1
Sampel 19	1	1	1
Sampel 20	1	1	1
Sampel 21	1	1	1
Sampel 22	1	1	1
Sampel 23	1	1	1
Sampel 24	1	1	1
Sampel 25	1	1	1
Sampel 26	1	1	1

Sumber: Yuniawati-Umar dkk., 2021



Gambar 6. Diagram dendrogram untuk 26 sampel fragmen gerabah
(Sumber: Yuniawati-Umar dkk., 2021)

Hasil analisis terhadap 26 sampel fragmen gerabah dari penelitian di Lembah Behoa tahun 2021 akan mengelompok berdasarkan jumlah klaster yang tersedia yaitu dua klaster, tiga klaster, dan empat klaster. Pada tabel dan gambar di atas (lihat tabel 5 dan gambar 6) *cluster membership* yang terbagi dua klaster diketahui bahwa 25 sampel dari 6 (enam) lokasi masuk dalam klaster 1, kecuali Sampel 8 dari temuan kubur tempayan batu (kalamba) dari Situs Pada Hadoa masuk dalam klaster 2. Hasil *clustering membership* yang terbagi tiga klaster diketahui bahwa 22 sampel fragmen gerabah masuk dalam klaster 1, Sampel

8 dari temuan kubur tempayan batu (kalamba) dari Situs Pada Hadoa masuk dalam klaster 2, dan 3 (tiga) sampel masuk dalam klaster 3 yaitu: Sampel 9 dari Situs Pada Hadoa, Sampel 12, dan Sampel 16 dari Situs Halu Tawe. Hasil *clustering* pada pembagian empat klaster hampir sama dengan tiga klaster, yang membedakan terdapat pada Sampel 3 yang berasal dari Situs Pada Lalu berada dalam kelompok tersendiri karena dipengaruhi oleh persentase senyawa silika (Si) (lihat gambar 6). Sehingga dapat diketahui bahwa semakin banyak angka maksimum dalam *range of solution*, maka semakin terperinci hasil pembagian kelompoknya.

Dari hasil analisis statistik di atas, selain dapat mengetahui pengelompokan dari 26 sampel fragmen gerabah, dapat pula diketahui pula asal tanah liat yang digunakan dalam pembuatan gerabah oleh masyarakat pendukung dari situs-situs di Lembah Behoa pada masa tersebut dengan membandingkan dengan hasil produksi/bahan yang ada di sekitar situs. Berdasarkan sampel yang diamati pada matriks tanah liat yang terkandung dalam fragmen gerabah dari perajin di Pangawumbu (Desa Hanggira) dan Desa Doda menunjukkan kesamaan unsur kimiawi dengan sebagian besar sampel fragmen gerabah dari empat situs di Lembah Behoa. Hal tersebut diasumsikan bahwa para perajin gerabah pada masa pendukung dari situs-situs di Lembah Behoa memperoleh tanah liat yang digunakan sebagai bahan pembuatan gerabah diambil dari lokasi sekitar situs. Namun, 5 (lima) sampel dari hasil analisis statistik yang menunjukkan perbedaan kelompok perlu dilakukan analisis lebih lanjut karena beberapa sampel memiliki motif dan ciri yang sama dengan sampel yang lain. Analisis lanjutan dapat dilakukan dengan metode yang sama, namun menambah sampel perbandingan dari situs-situs yang berada dalam satu kawasan di Lembah Behoa maupun kawasan situs lainnya.

4. Kesimpulan

Kawasan Lembah Behoa yang terletak di Kabupaten Poso, Provinsi Sulawesi Tengah memiliki 38 situs, 33 situs yang sudah terdata dan 5 situs belum terdata. Situs-situs di kawasan Lembah Behoa merupakan situs hunian, pemujaan, penguburan, dan perbengkelan. Pada penelitian

ini, data diambil dari hasil ekskavasi di Situs Pada Hadoa, Situs Halu Tawe, Situs Pada Lalu, dan Situs Tadulako yang telah terdata dan dua lokasi hasil survei lokasi perajin gerabah dari sekitar situs. Data yang diambil berupa fragmen gerabah yang merupakan temuan paling dominan pada setiap kegiatan ekskavasi. Fragmen gerabah tersebut berfungsi sebagai wadah maupun non wadah. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa tingginya tingkat konsumsi gerabah pada masyarakat pendukung di situs-situs megalitik Lembah Behoa.

Hasil analisis bahan/tanah liat menunjukkan bahwa mayoritas komposisi unsur kimia fragmen gerabah dari Situs Pada Hadoa, Situs Halu Tawe, Situs Pada Lalu, Situs Tadulako dan dua gerabah dari perajin sekitar situs menunjukkan persamaan. Namun terdapat 4 sampel fragmen gerabah temuan dari situs dengan nilai persentase yang berbeda pada kandungan unsur kimianya.

Dilihat dari aktivitas manusia pendukung budaya megalitik dari empat situs-situs yang diteliti tersebut diketahui bahwa masyarakat pendukung pada masa itu sudah memiliki kemampuan untuk memproduksi wadah maupun non wadah dengan mengambil sumber bahan gerabah dari lokasi setempat. Beberapa gerabah yang ditemukan dari empat situs tersebut memiliki pola hias yang serupa dengan temuan di Situs Kalumpang namun dengan motif yang lebih sederhana, seperti motif geometris. Oleh karena itu, untuk mengetahui hubungan sosial dan ekonomi antar situs tersebut diharapkan adanya penelitian yang serupa maupun penelitian lebih lanjut.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Pusat Penelitian Arkeologi Nasional dan juga Balai Arkeologi Sulawesi Utara yang saat ini telah bergabung dengan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah mengizinkan penulis untuk bisa melakukan analisis laboratorium untuk gerabah. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Aryani Wijayanti, S.Si., M.A. yang telah membantu penulis di dalam melakukan beberapa tahapan sebelum dilakukan analisis laboratorium.

Daftar Pustaka

- Andari, C. (2009) 'Gambaran Umum Situs Gerabah Manding, Sulawesi Barat. Walennae', *Jurnal Arkeologi Sulsel dan Tenggara*, 11(2), hal. 177-183.
- Anggraeni. (2012) *The Austronesia Migration Hypothesis as Seen from Prehistoric Settlements on The Karama River, Mamuju, West Sulawesi*. Unpublished Thesis. The Australian National University.
- Arifin, K. (2004) *Early Human Occupation of The East Kalimantan Rainforest (The Upper Birang River Region, Berau)*. Published Thesis. The Australian National University.
- Arifin, K.. (2008) 'Analisis Scanning Electron Microscope untuk Menentukan Tempat Asal Bahan Tembikar: Situs-Situs di Hulu Sungai Birang Sebagai Contoh Kasus', *Jurnal Arkeologi Indonesia*, (4) Juni 2008, hal. 14-26.
- Atmosudiro, S. (1994) *Gerabah Prasejarah di Liang Bua, Melolo, dan Lewoleba: Tinjauan Teknologi dan Fungsinya*. Disertasi tidak dipublikasikan. Universitas Gadjah Mada.
- Bohor, B. F., dan Huges, R.E. (1971) 'Scanning Electron Microscopy of Clays and Clay minerals', *Clay and Clay Minerals*, (19), hal. 49-54.
- Casio, R., Davit, P., Turco, F., Operti, L., Pratolongo, V., Leone, R., Lamagna, G., dan Borghi, A. (2019) *Automated SEM-EDS Pottery Classification Based on Mineralogical Quantitative Parameters: An Application on Ancient Greek Pottery from Adrano (NE, Sicily, Italy)*. Wiley, Research Article. Italy.
- Dunteman, H. (1989) *Principal Component Analysis*. Newbury Park, London, and New delhi, Sage Publications.
- Hoflinger, G. (2013) *Brief Introduction to Coating Technology for Electron Microscopy*, 28 Agustus. Tersedia di <https://www.leica-microsystems.com/science-lab/life-science/brief-introduction-to-coating-technology-for-electron-microscopy/> (Akses: 4 Desember 2023)

- Orton, C., Tyers, P., dan Vince, A. (1993) *Pottery in Archaeology*. Great Britain, Cambridge University Press.
- Pradipta, R.W. (2018) *Gerabah dari Situs-situ di Wilayah Hilir dan Wilayah Tengah DAS Karama, Sulawesi Barat: Perbandingan Berdasarkan Komposisi Bahan*. Skripsi tidak dipublikasikan. Universitas Gadjah Mada.
- Riyani, N.E. (2020) *Sumber Lempung Pada Gerabah Situs Liliodeq, Pulau Lembata, Nusa Tenggara Timur, Indonesia*. Skripsi tidak dipublikasikan. Universitas Gadjah Mada.
- Soegondho, S. (1995) *Tradisi Gerabah di Indonesia Dari Masa Prasejarah Hingga Masa Kini*. Jakarta, P.T. Dian Rakyat.
- Summerhayes, G. (2000) *Lapita Interaction. Terra Australis 15*. Canberra, The Australian National University.
- Triningsih, W. (2021) *Gerabah Situs Gunungwingko, Bantul, DIY: Kajian Terhadap Inklusi dan Matriks Tanha Liat*. Skripsi tidak dipublikasikan. Universitas Gadjah Mada.
- Yuniawati, D.Y. (2014) 'Problematising Megaliths of Southeast Asia dan Pacific. New Evidence on the Megalithic Culture of Lore Highland Valley, Central Sulawesi', in *Proceeding SIEAS International Cluster Conference, The Institute for East Asian Studies, Sogang University, Korea*.
- Umar, H.B. (2009) 'Principal Component Analysis (PCA) dan Aplikasinya dengan SPSS', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 03(2), hal. 97-101.
- Yuniawati-Umar, D.Y. (2020) *Budaya Megalitik di Kawasan Dataran Tinggi Lore, Kabupaten Poso, Provinsi Sulawesi Tengah: Kajian Terhadap Asal Usul dan Proses Adaptasi*. Disertasi tidak dipublikasikan. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yuniawati-Umar, D.Y., Fahriani, I., Sayekti, A.S., Setiawan, T., Wijayanti, A., Hidayat, R., Setyowati, M., Triningsih, W., Muhammad, R., Wasisto, S., Rumerung, F., Ponto, J., Makalalag, E. (2021) *Laporan Penelitian Arkeologi: Budaya Megalitik di Kawasan Pegunungan Telawi, di Provinsi Sulawesi Tengah dan Sulawesi Selatan (Penelitian Tahap I: Budaya Megalitik di Lembah Behoa, Kabupaten Poso, Provinsi Sulawesi Tengah: Konteks dan Kronologi Arca-arca, serta Penyelamatan Kubur Tempayan Batu*. Jakarta.