

Analisis Kandungan Oksida Logam *Clay* Alam Sulawesi Selatan sebagai Bahan Dasar Pembuatan Keramik Berpori *Gelcasting*

Suriati Eka Putri^{*a}, Abdul Rahman^a, Diana Eka Pratiwi^a, Ahmad Fudhail Majid^a, Rachmat Triandi Tjahjanto^b

^aJurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90244, Indonesia

^bJurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang, 65145, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 06 September 2021

Disetujui 28 Desember 2021

Key word:

Metal oxides

Clay

Porous ceramic

Kata kunci:

Oksida logam

Clay

Keramik berpori

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the metal oxide content in natural clay in Pangkep Regency, South Sulawesi Province, which will be used as the basic material for making gelcasting porous ceramics. One of the basic ingredients for making ceramics is alumina silica metal oxide. This metal oxide is found in several minerals, one of which is clay minerals. The sample used in this study was natural clay in Pangkep Regency, South Sulawesi Province. The parameters studied were alumina silica content before and after natural clay was used in the synthesis of porous ceramics. The synthesis method used is the gelcasting method. The metal oxide content was analyzed using XRF and to observe the morphology of the ceramic body using SEM. The results showed that the metal oxide content for the main ceramic material in the form of alumina silica did not change significantly before and after sintering, Al_2O_3 was 11.98% before sintering and 11.32% after sintering while SiO_2 content was 71.12% before sintering and 73.32% after sintering. It is supported by the results of the morphology of the ceramic body, natural clay that has undergone curing in the ceramic body.

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan oksida logam pada *clay* alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan yang akan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan keramik berpori *gelcasting*. Salah satu bahan dasar pembuatan keramik adalah oksida logam alumina silika. Oksida logam ini terdapat dalam beberapa mineral, salah satunya adalah mineral *clay*. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah *clay* alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. Parameter yang dikaji adalah kandungan alumina silika sebelum dan setelah *clay* alam digunakan pada sintesis keramik berpori. Adapun metode sintesis yang digunakan adalah metode *gelcasting*. Kandungan oksida logam dianalisis menggunakan XRF dan untuk mengamati morfologi badan keramik menggunakan SEM. Hasil penelitian menunjukkan kandungan oksida logam untuk bahan utama keramik yang berupa alumina silika tidak mengalami perubahan secara signifikan sebelum dan setelah *sintering*, Al_2O_3 sebesar 11,98% sebelum *sintering* dan 11,32% setelah *sintering* sedangkan kadar SiO_2 sebesar 71,12% sebelum *sintering* dan 73,32% setelah *sintering*. Hal ini didukung berdasarkan hasil morfologi badan keramik, *clay* alam yang mengalami *curing* dalam badan keramik.

*e-mail: ekaputri_chem@unm.ac.id

*Telp: +6282132876327

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah. Potensi tersebut meliputi gas, minyak dan bahan mineral. Di antara bahan mineral terdapat bahan oksida logam yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi material maju dan teknologi tinggi seperti alumina (Al_2O_3) silika (SiO_2). Kandungan terbesar alumina silika terdapat dalam *clay*. Salah satu daerah di Indonesia yang memiliki kandungan *clay* tinggi yaitu Kabupaten Pangkep (Pangkajene dan Kepulauan) yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan. Dari segi etimologi asal kata Pangkajene dipercaya berasal dari sungai besar yang membelah kota Pangkep. *Pangka* berarti cabang, dan *Je'ne* berarti air. Ini mengacu pada sungai yang membelah kota Pangkep yang membentuk cabang. Secara geografis terletak pada $4^{\circ}40' - 8^{\circ}00' \text{ LS}$ dan $110^{\circ} - 119^{\circ}48'67'' \text{ BT}$ yang berbatasan sebelah utara dengan Kabupaten Barru, sebelah timur dengan Kabupaten Maros dan Kabupaten Bone, sebelah selatan dengan Kabupaten Maros dan Kota Makassar, sebelah barat dengan Selat Makassar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, luas wilayah Kabupaten Pangkep 1.112,29 km^2 . Banyaknya aliran sungai dan curah hujan yang cukup tinggi di Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan mengindikasikan tingginya kandungan mineral *clay*.

Clay atau lebih dikenal tanah liat merupakan tanah yang membentuk massa lengket ketika dicampur dengan air. Dalam keadaan basah massa tersebut dapat dibentuk, namun dalam keadaan kering massa tersebut menjadi keras, rapuh dan mempertahankan bentuknya. Lebih lanjut, jika dipanaskan, tanah liat akan mengeras dan tidak dapat berinteraksi lagi dengan air. Ukuran partikel tanah liat sangat kecil dan umumnya bergantung pada komposisi spesifik. Partikel-partikel utama tanah liat memiliki ukuran kurang dari satu mikrometer. Dengan ukuran yang kecil tersebut, tanah liat memiliki luas permukaan spesifik (luas permukaan per satuan massa) yang besar [1].

Pemanfaatan oksida logam yang terkandung dalam *clay* saat ini sedang dikembangkan khususnya dalam pembuatan

material maju seperti keramik [2–6]. Salah satu jenis keramik yang sedang dikembangkan adalah sintesis keramik berpori yang berpotensi untuk dimanfaatkan di bidang kesehatan [7] dan pengembangan katalis [8–10]. Keramik berpori disintesis dengan berbagai macam metode, salah satunya adalah dengan metode koloidal. Beberapa contoh metode koloidal yang digunakan peneliti sebelumnya adalah *tape casting* [11], *sol gel* [12,13], *dip coating* [14], *slip casting* [15], *injection molding* [16] dan *gelcasting* [2,17–21]. Diantara metode tersebut, metode *gelcasting* merupakan salah satu metode yang mudah untuk dilakukan karena lama proses pembuatan *green body* keramik yang cukup singkat. Dengan demikian, pada penelitian ini *clay* akan disintesis menjadi keramik berpori menggunakan metode *gelcasting*.

Peneliti sebelumnya melaporkan bahwa karakteristik dari bahan dasar keramik yang berupa bahan murni maupun hasil ekstraksi dari mineral alam sangat menentukan sifat akhir dari keramik berpori yang dihasilkan [4]. Dengan demikian, pada penelitian ini akan dikaji kandungan oksida logam yang terdapat dalam sampel *clay* alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan yang selanjutnya akan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan keramik berpori secara *gelcasting*.

Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan antara lain *clay* alam dari Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan, pati singkong sebagai binder badan keramik, karboksi metil selulosa (CMC) sebagai dispersan, dan akuades.

Alat yang digunakan antara lain seperangkat alat gelas yang pada umumnya digunakan, mortar, ayakan 60 mesh, magnetik stirer Cole Palmer Model 04802-02, hotplate stirer IKA RH, neraca digital Mettler Toledo PL602-S, oven Gen Lab, desikator, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Tescan Vega 3, dan *X-Ray Fluorescence* (XRF) Thermo Fisher Scientific.

Preparasi sampel

Sampel *clay* alam diambil secara representatif, kemudian dibersihkan dari kotoran, dikeringkan di bawah sinar matahari langsung selama 1-3 hari sampai kering. Setelah

itu dihaluskan menggunakan mortar dan diayak dengan ukuran 60 mesh.

Analisis Kandungan Oksida Logam sampel tanah liat alam Menggunakan XRF

Analisis kandungan oksida logam sampel tanah liat alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan dilakukan menggunakan XRF. Sampel tanah liat alam yang telah telah kering dimasukkan ke dalam sample holder kemudian sampel diradiasi dengan sinar-X. Dari data yang diperoleh dapat ditentukan kadar kandungan oksida logam dalam sampel tanah liat. Sampel tanah liat alam dianalisis juga perubahan kandungan oksida logam setelah disintesis menjadi keramik.

Pemanfaatan clay alam Kabupaten Pangkep sebagai bahan dasar pembuatan keramik berpori gelcasting

5 g clay dan 0,1 g dispersan CMC ditambahkan ke dalam 1,5 mL akuades. Suspensi dicampurkan dan ditambah dengan pati singkong dengan berat 2% dari berat clay. Suspensi dicetak, dianginkan hingga kering dan dipanaskan 70 °C selama 2 jam. Setelah itu, badan keramik disintering dengan tahapan pemasakan hingga suhu 100 °C dengan laju 50 °C/15 menit dan ditahan pada suhu 100 °C selama satu jam kemudian dilanjutkan hingga pada suhu 600 °C dengan laju 60 °C / jam dan sampai 1100 °C dengan laju 300 °C / jam.

Karakterisasi morfologi keramik berpori

Keramik berpori *gelcasting* yang telah disintering dikarakterisasi menggunakan SEM yang bertujuan untuk mengamati morfologi keramik berpori setelah proses *sintering*. SEM dimanfaatkan untuk melihat topografi permukaan suatu sampel dan ukuran sampel. Hasil yang diperoleh berupa *scanning electron micrograph* yang memiliki bentuk tiga dimensi berupa foto. Biasanya SEM memiliki perbesaran 5.000 kali. Bagian utama dari SEM, yaitu penembak elektron, lensa magnetik dan lensa objektif, *fine probe*, detektor, spesimen, dan monitor CRT.

Hasil dan Pembahasan

Analisis kandungan oksida logam dalam sampel clay alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan meliputi analisis kandungan

oksida logam menggunakan XRF. Spektroskopi XRF merupakan teknik analisis unsur maupun oksida logam yang membentuk suatu material dengan dasar interaksi sinar-X dengan material analit. Teknik ini banyak digunakan dalam analisis batuan ataupun mineral. Unsur dapat ditentukan keberadaannya secara langsung tanpa adanya standar. Hasil preparasi sampel clay alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan dapat dilihat pada [gambar 1](#).



Gambar 1. Penampakan fisik hasil preparasi sampel clay alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan dengan ukuran ≥ 60 mesh

Sampel yang telah dipreparasi selanjutnya dianalisis kandungan oksida logamnya dengan menggunakan XRF. Analisis kandungan oksida logam pada sampel clay alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan bertujuan untuk mengetahui kadar oksida logam yang terkandung dalam sampel. Hasil analisis kandungan oksida logam menggunakan XRF ditunjukkan pada [tabel 1](#).

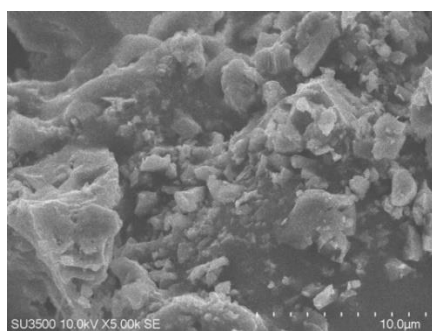
Tabel 1. Hasil Analisis Kandungan Oksida Logam Sampel Tanah Liat Alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan XRF

Oksida Logam	Kadar (%)
SiO ₂	71,12
Fe ₂ O ₃	12,24
Al ₂ O ₃	11,98
K ₂ O	1,44
CaO	0,195
TiO ₂	1,89
P ₂ O ₅	0,48
SrO	0,004
MnO	0,027
BaO	0,140
ZrO ₂	0,0057
RuO ₄	0,0057
Sb ₂ O ₃	0,0059

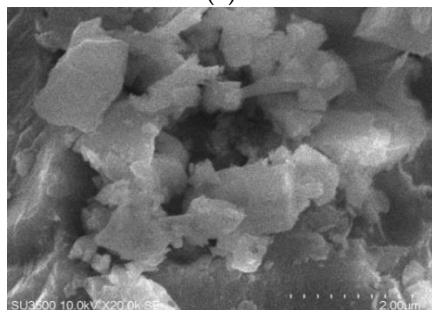
MoO ₃	0,0185
ZnO	0,0236
SnO ₂	0,0081
In ₂ O ₃	0,0072
NiO	0,050

Berdasarkan [tabel 1](#), kadar oksida logam tertinggi adalah SiO₂ sebesar 71,12%, Fe₂O₃ sebesar 12,24% dan Al₂O₃ sebesar 11,98%. Kadar silika yang tinggi serta terdapat alumina membuktikan bahwa tanah liat alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan dapat dijadikan sebagai sumber alumina silika dalam proses pembuatan keramik. Berdasarkan hasil penelitian [22] yang juga menggunakan *clay* alam Sulawesi Selatan menghasilkan data XRF dengan kadar oksida logam tertinggi yaitu silika dan aluminium oksida berturut-turut sebesar 65,39%; 14,28%.

Adapun kandungan oksida logam (alumina silika) *clay* setelah digunakan sebagai bahan dasar keramik tidak mengalami perubahan yang signifikan. Kadar Al₂O₃ yang diperoleh sebesar 11,32% sedangkan kadar SiO₂ sebesar 73,32%. Hal ini didukung oleh data morfologi badan keramik sebelum dan setelah sintering dengan perbesaran 5.000 kali.



(a)



(b)

Gambar 2. Morfologi badan keramik dengan bahan dasar *clay* alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan (a) sebelum *sintering* (b) setelah *sintering*

Berdasarkan [gambar 2](#), penampakan bahan dasar keramik berpori (alumina silika) mengalami penggumpalan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian [23] yang melaporkan bahwa alumina silika hanya mengalami *curing* (pengerasan) dan perubahan fasa dalam badan keramik saat proses *sintering*, sehingga alumina silika tidak mengalami degradasi dan kadar alumina silika *clay* tidak mengalami perubahan secara signifikan.

Adapun penampakan fisik keramik berpori *gelcasting* yang berhasil disintesis ditunjukkan pada [gambar 3](#).



(a)

(b)

Gambar 3. Penampakan fisik keramik sebelum sintering (a) dan setelah sintering (b)

Berdasarkan [gambar 3](#) badan keramik mengalami perubahan warna setelah *sintering*, hal ini diduga karena proses oksidasi dari logam besi yang terdapat dalam *clay* alam Kabupaten Pangkep. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang mengkaji pemanfaatan alumina silika pada lumpur Lapindo sebagai bahan dasar pembuatan keramik berpori [4].

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kandungan oksida logam dalam *clay* alam Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan, maka dapat disimpulkan bahwa kandungan oksida logam untuk bahan utama keramik yang berupa alumina silika tidak mengalami perubahan secara signifikan sebelum dan setelah *sintering*, Al₂O₃ sebesar 11,98% sebelum *sintering* dan 11,32% setelah *sintering* sedangkan kadar SiO₂ sebesar 71,12% sebelum *sintering* dan 73,32% setelah *sintering*. Hal ini didukung berdasarkan hasil morfologi badan keramik, *clay* alam mengalami *curing* dalam badan keramik.

Daftar Pustaka

1. [Reed, J.S. Principles of Ceramics Processing. 1995.](#)

2. Putri, S.E.; Pratiwi, D.E. The Effect of Mole Ratio of Acrylamide (AM) Monomer and Methylene-Bis-Acrylamide (MBAM) Crosslinker Toward the Hardness of Gelcasting Porous Ceramics. *Proceeding of ICMSTEA UNM* **2016**, 412-415.
3. Alves, H.P.; Silva, J.B.; Campos, L.F.; Torres, S.M.; Dutra, R.P.; Macedo, D.A. Preparation of Mullite Based Ceramics from Clay-Kaolin Waste Mixtures. *Ceramics international* **2016**, 42, 19086–19090.
4. Putri, S.E. Pengaruh Perbandingan Monomer Dan Crosslinker Terhadap Karakter Pori Keramik Berpori Gelcasting Porous Ceramic Matrix Lapindo Mud. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia* **2017**, 18, 14–19.
5. Putri, S.E.; Pratiwi, D.E.; Tjahjanto, R.T.; Mardiana, D. On the Effect of Acrylamide and Methylenebicaracrylamid Ratio on Gelcasted Ceramic Pore Character. *Journal of Chemical Technology & Metallurgy* **2018**, 53, 841-844.
6. Barone, G.; Mazzoleni, P.; Spagnolo, G.V.; Raneri, S. Artificial Neural Network for the Provenance Study of Archaeological Ceramics Using Clay Sediment Database. *Journal of Cultural Heritage* **2019**, 38, 147–157.
7. Wen, Y.; Xun, S.; Haoye, M.; Baichuan, S.; Peng, C.; Xuejian, L.; Kaihong, Z.; Xuan, Y.; Jiang, P.; Shibi, L. 3D Printed Porous Ceramic Scaffolds for Bone Tissue Engineering: A Review. *Biomaterials science* **2017**, 5, 1690–1698.
8. Coronas, J.; Santamaria, J. Catalytic Reactors Based on Porous Ceramic Membranes. *Catalysis Today* **1999**, 51, 377–389.
9. Liu, H.; Li, C.; Ren, X.; Liu, K.; Yang, J. Fine Platinum Nanoparticles Supported on a Porous Ceramic Membrane as Efficient Catalysts for the Removal of Benzene. *Scientific reports* **2017**, 7, 1–8.
10. Putri, S.E.; Pratiwi, D.E.; Triandi, R.; Mardiana, D.; Side, S. Performance Test of Gelcasted Porous Ceramic as Adsorbent of Azo Dyes.; IOP Publishing, 2018; Vol. 1028, p. 012039.
11. Teng, H.-D.; Wei, Q.; Wang, Y.-L.; Cui, S.-P.; Li, Q.-Y.; Nie, Z.-R. Asymmetric Porous Cordierite Ceramic Membranes Prepared by Phase Inversion Tape Casting and Their Desalination Performance. *Ceramics International* **2020**, 46, 23677–23685, doi:10.1016/j.ceramint.2020.06.141.
12. Carstens, S.; Splith, C.; Enke, D. Sol-Gel Synthesis of α -Al₂O₃ with Enhanced Porosity via Dicarboxylic Acid Templating. *Sci Rep* **2019**, 9, 19982, doi:10.1038/s41598-019-56294-1.
13. Papynov, E.K.; Shichalin, O.O.; Mayorov, V.Yu.; Modin, E.B.; Portnyagin, A.S.; Gridasova, E.A.; Agafonova, I.G.; Zakirova, A.E.; Tananaev, I.G.; Avramenko, V.A. Sol-gel and SPS Combined Synthesis of Highly Porous Wollastonite Ceramic Materials with Immobilized Au-NPs. *Ceramics International* **2017**, 43, 8509–8516, doi:10.1016/j.ceramint.2017.03.207.
14. Rastogi, K. R. V. K.; Jiang, B.; Sturzenegger, P.N.; Gonzenbach, U.T.; Vetterli, M.; Blugan, G.; Kuebler, J. A Processing Route for Dip-Coating and Characterization of Multi-Structured Ceramic Foam. *Ceramics International* **2019**, 45, 21887–21893, doi:10.1016/j.ceramint.2019.07.199.
15. Le Ferrand, H. Magnetic Slip Casting for Dense and Textured Ceramics: A Review of Current Achievements and Issues. *Journal of the European Ceramic Society* **2021**, 41, 24–37, doi:10.1016/j.jeurceramsoc.2020.08.030.
16. Tabares, E.; Cifuentes, S.C.; Jiménez-Morales, A.; Tsipas, S.A. Injection Moulding of Porous MAX Phase Ti₃SiC₂ without Using Space-Holder. *Powder Technology* **2021**, 380, 96–105, doi:10.1016/j.powtec.2020.11.022.
17. Liu, K.; Zhou, C.; Chen, F.; Sun, H.; Zhang, K. Fabrication of Complicated Ceramic Parts by Gelcasting Based on Additive Manufactured Acetone-Soluble Plastic Mold. *Ceramics International* **2020**, 46, 25220–25229, doi:10.1016/j.ceramint.2020.06.313.
18. Lu, Y.; Liu, J.; Ren, B.; Wang, C.; Rong, Y.; Gan, K.; Xu, J.; Yang, J. Room-

- Temperature Gelcasting of Alumina with Tartaric Acid and Glutaraldehyde. *Ceramics International* **2020**, *46*, 11432–11435, doi:10.1016/j.ceramint.2020.01.119.
19. Putri, S.E. Pengaruh Perbandingan monomer AM dan Crosslinker MBAM pada Pembuatan Keramik Berpori Secara Gelcasting Dengan Bahan Dasar Lumpur Lapindo. *Chemica: Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia* **2013**, *14*, 38-45.
 20. Tian, C.; Huang, X.; Guo, W.; Gao, P.; Xiao, H. Preparation of SiC Porous Ceramics by a Novel Gelcasting Method Assisted with Surface Modification. *Ceramics International* **2020**, *46*, 16047–16055, doi:10.1016/j.ceramint.2020.03.155.
 21. Yu, J.; Wang, H.; Zhang, J.; Zhang, D.; Yan, Y. Gelcasting Preparation of Porous Silicon Nitride Ceramics by Adjusting the Content of Monomers. *Journal of sol-gel science and technology* **2010**, *53*, 515–523.
 22. Putri, S.E.; Pratiwi, D.E. Analisis Kandungan Mineral dalam Tanah Liat Alam Sulawesi Selatan sebagai Bahan Dasar Sintesis Keramik. *Chemica: Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia* **2017**, *18*, 35-38.
 23. Ilyas, M.A. Studi Pembuatan Keramik Berpori dari Lumpur Lapindo dengan Tanin Sebagai Cetakan Pori. *Sangkareang Mataram* **2016**, *2*, 41-48.