

## **Pengaruh Konsentrasi Binder Sagu (*Metroxylon sagu*) Terhadap Susut Bakar Massa dan Densitas Keramik Berpori Gelcasting**

### ***The Effect of Sagoo (*Metroxylon sagu*) Binder Concentration Towards Mass Shrinkage and Density of Porous Ceramic Gelcasting***

Sumiati Side<sup>1)</sup>, Suriati Eka Putri<sup>1)\*</sup>, Nita Magfirah Ilyas<sup>1)</sup>, dan Abd. Rahman<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Kimia, Universitas Negeri Makassar

Received 16<sup>th</sup> August 2021 / Accepted 14<sup>th</sup> September 2021

#### **ABSTRAK**

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji bagaimana pengaruh konsentrasi binder sago terhadap karakteristik fisik keramik berpori, berupa susut bakar massa dan densitas. Keramik berpori disintesis menggunakan metode gelcasting dengan bahan dasar clay alam Sulawesi Selatan, binder sago juga sebagai template pori, dan dispersan CMC. Keramik yang dihasilkan adalah keramik dengan tingkat toksisitas rendah sehingga bersifat ramah lingkungan. Tahapan penelitian terdiri dari preparasi bahan dasar clay alam Sulawesi Selatan, sintesis keramik berpori secara gelcasting dengan variasi konsentrasi binder 2%; 4%; 6%; 8%; 10%, mengukur susut bakar massa dan mengukur densitas keramik berpori. Hasil penelitian menunjukkan semakin besar konsentrasi binder, semakin besar susut bakar massa keramik yang diperoleh, susut bakar massa terbesar terjadi pada konsentrasi binder 10% sebesar 26.87%. Adapun densitas keramik menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi binder, densitas terendah terjadi pada konsentrasi binder 10% sebesar 1,6403 g/cm<sup>3</sup>.*

*Kata kunci: binder, sago, keramik berpori, gelcasting.*

#### **ABSTRACT**

*The aim of this study was to examine the effect of sago binder concentration on the physical characteristics of porous ceramics, in the form of mass shrinkage and density. Porous ceramics were synthesized using the gelcasting method with raw material of South Sulawesi natural clay, sago binder as pore template, and dispersant of CMC. The ceramics produced are ceramics with a low of toxicity so that its environmentally friendly. The research stages consisted of preparation of natural clay from South Sulawesi, synthesis of porous ceramics by gelcasting with a variation of binder concentration 2%; 4%; 6%; 8%; 10%, measuring the mass shrinkage and measuring the density of porous ceramic. The results showed the greater binder concentration, the greater mass shrinkage obtained, the largest mass shrinkage occurred at a 10% binder concentration of 26.87%. The density of ceramics decreases with increasing binder concentration, the lowest density occurs at 10% binder concentration of 1,6403 g/cm<sup>3</sup>.*

*Keywords: binder, sago, porous ceramic, gelcasting*

---

\*Korespondensi :

email: [ekaputri\\_chem@unm.ac.id](mailto:ekaputri_chem@unm.ac.id)

## **PENDAHULUAN**

Pemanfaatan material maju pada teknologi membran saat ini mengalami perkembangan yang pesat. Salah satu material maju yang sedang dikembangkan adalah keramik, karena sifatnya yang keras dan tahan panas. Menurut Aouadja dkk., (2020) adanya persaingan industri dan usaha untuk tetap menjaga kelestarian lingkungan, sehingga banyak peneliti yang sedang mengkaji pembuatan keramik yang ramah lingkungan.

Sulawesi Selatan merupakan salah satu Propinsi di Indonesia dengan kekayaan mineral yang cukup tinggi, salah satunya adalah mineral clay. Tanah liat atau clay merupakan mineral alam yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan keramik. Kandungan alumina silika dalam clay alam Sulawesi Selatan sebesar 9,02% dan 65,39% (Putri dkk., 2017). Dengan demikian clay alam Sulawesi Selatan dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan keramik.

Salah satu jenis keramik yang sedang dikembangkan adalah keramik berpori, untuk menghasilkan badan keramik berpori yang kompleks dapat digunakan metode sintesis koloidal. Beberapa metode sintesis secara koloidal yang sedang dikembangkan adalah tape casting (Teng, dkk., 2020), sol gel (Carstens dkk., 2019), dip coating (Rastogi dkk., 2019), slip casting (Ferrand, 2021), injection molding (Tabares dkk., 2020) dan gelcasting (Tian dkk., 2020; Lu dkk., 2020; Liu dkk., 2020; Putri dkk., 2018). Diantara metode koloidal tersebut, gelcasting merupakan salah satu metode yang memiliki beberapa kelebihan, seperti teknik pembuatan yang cukup mudah dilakukan dengan biaya yang murah, menghasilkan porositas yang tinggi, penggunaan zat aditif organik lebih sedikit, waktu pembentukan *green body* keramik yang singkat dan cetakan yang digunakan dapat divariasikan.

Prinsip metode gelcasting adalah polimerisasi in situ dalam matriks keramik. Peneliti sebelumnya menggunakan akrilamid dan metilenbisakrilamid sebagai monomer dan crosslinker (Putri dkk., 2016; Jana dkk., 2016; Putri dkk., 2018; Hoosmand dkk., 2019). Namun, polimer ini bersifat toksik, sehingga perlu dikembangkan dengan menggunakan polimer alam. Pada penelitian ini digunakan pati sagu sebagai binder keramik berpori, hal ini berdasarkan pada hasil penelitian Nie dan Lin (2015) yang berhasil mensintesis keramik berpori gelcasting menggunakan binder pati jagung.

Berdasarkan hasil penelitian Mohanty (2009) dan Putri dkk., (2016) konsentrasi binder mempengaruhi karakteristik keramik berpori gelcasting. Karakteristik yang dikaji berupa kekerasan dan karakter pori keramik gelcasting, karakteristik tersebut juga dipengaruhi oleh susut bakar massa dan densitas keramik. Pada penelitian ini dikaji pengaruh konsentrasi binder terhadap susut bakar massa dan densitas keramik berpori gelcasting yang selanjutnya menjadi material maju dapat diaplikasikan sebagai filter dan penyangga katalis.

## METODE

### Preparasi clay alam Sulawesi Selatan

1,5 kg clay alam Sulawesi Selatan dikeringkan kemudian dihomogenisasi. Sampel ditumbuk halus dalam mortar dan diayak dengan ayakan berukuran 60 mesh. Sampel yang digunakan adalah serbuk yang lolos saringan. Clay alam kemudian dianalisis menggunakan XRF untuk menentukan kandungan alumina silika.

### Sintesis keramik berpori dengan metode 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%, 4%, 6%, 8%, 10% dari berat clay. Suspensi dicetak, dianginkan hingga kering dan dipanaskan 70 °C selama 2 jam. Setelah itu, badan keramik disintering berdasarkan hasil TGA/DTA. Tahapan pemanasan hingga suhu 100°C dengan laju 50°C/15 menit dan ditahan pada suhu 100°C selama satu jam kemudian dilanjutkan hingga suhu 600 °C dengan laju 60 °C/jam, ditahan pada suhu 400 °C dan 600 °C selama satu jam dan dilanjutkan pemanasan sampai 1100 °C dengan laju 300 °C / jam, dilakukan penahanan pada suhu 1100 °C selama satu jam.

### Analisis susut bakar massa keramik berpori

Susut bakar massa keramik berpori dilakukan untuk mengetahui berapa besar penyusutan yang terjadi pada keramik yang didukung melalui pengukuran secara kuantitatif dengan menggunakan persamaan (1).

$$\text{Susut bakar massa} = \frac{m_o - m_t}{m_o} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana  $m_o$  adalah massa keramik sebelum disintering dan  $m_t$  adalah massa keramik setelah disintering.

### Analisis densitas keramik berpori

Penentuan densitas keramik dilakukan dengan menggunakan piknometer. Piknometer kosong yang telah diketahui volumenya ditimbang (A). Kemudian piknometer kosong diisi dengan keramik dan ditimbang (B). Piknometer yang telah berisi zat padat diisi akuades (C) (tidak boleh terdapat gelembung udara dalam piknometer). Densitas keramik dihitung berdasarkan pada persamaan 2.

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(2)$$

Untuk mendapatkan data  $m$  dan  $V$  keramik, dihitung berdasarkan persamaan 3 dan 4.

$$m = B - A \dots\dots\dots(3)$$

$$V = 25,209 - \frac{(C-B)}{\rho_{\text{air}}} \dots\dots\dots(4)$$

Diasumsikan  $\rho_{\text{air}} = 1,00 \text{ g/cm}^3$ , dimana  $m$  merupakan massa (g), 25,209 merupakan volume piknometer dan  $V$  merupakan volume keramik ( $\text{cm}^3$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

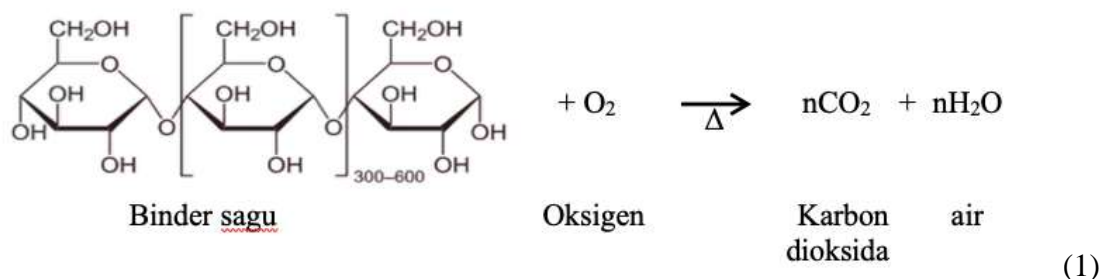
Clay alam Sulawesi Selatan yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan keramik berpori gelcasting diperoleh di Kabupaten Pangkep. Berdasarkan hasil analisis XRF clay alam Sulawesi Selatan mengandung silika sebesar 74,24 % dan alumina sebesar 9,41 %. Hasil yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya dengan menggunakan clay Kabupaten Gowa mengandung silika sebesar 65,39 % dan alumina 9,02 % (Putri dkk., 2017). Dengan demikian, clay alam dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan keramik berpori gelcasting.

Hasil perhitungan pengaruh konsentrasi binder terhadap susut bakar massa ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi *binder* terhadap susut bakar massa keramik

Konsentrasi binder sagu	$m_o$ (g)	$m_t$ (g)	% susut bakar massa
2 %	2,5625	2,1902	14,53
4 %	2,6388	2,2372	15,22
6 %	2,5274	2,0571	18,61
8 %	2,6926	2,0635	23,36
10 %	2,6746	1,9559	26,87

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi sagu maka susut bakar massa akan semakin besar hal ini terjadi karena binder sagu dalam keramik mengalami degradasi pada saat keramik disintering dan menghasilkan pori saat lepas dari badan keramik. Proses degradasi pati singkong terjadi pada suhu hingga 600 °C akan melepaskan molekul CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dengan fasa gas. Proses pelepasan gas CO<sub>2</sub> dan molekul H<sub>2</sub>O ditunjukkan pada persamaan reaksi (1).



Berdasarkan reaksi (1), pori dalam keramik terbentuk saat proses sintering dan mencapai suhu degradasi binder sagu menjadi karbondioksida dan air. Hal ini didukung semakin besarnya konsentrasi binder, maka persen susut bakar massa keramik juga semakin besar. Persentase susut bakar massa terbesar terjadi pada konsentrasi sagu 10% dengan persentase susut bakar massa 26,87%. Hal ini menunjukkan semakin banyak jumlah sagu yang terdispersi dalam bahan keramik maka semakin banyak jumlah molekul yang lepas dari badan keramik, hal ini sejalan dengan hasil penelitian Putri dkk., (2013).

Selain susut bakar massa, densitas keramik juga menentukan karakter keramik berpori. Karakter yang dimaksud adalah kekerasan dan porositas keramik. Parameter yang mempengaruhi sifat ini adalah jumlah polimer atau binder yang terdispersi dalam badan keramik. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Yu dkk. (2010) yang menyatakan bahwa semakin besar jumlah polimer maka semakin tinggi nilai kekerasan keramik. Yu dkk. (2009) juga mengemukakan bahwa perbandingan jumlah binder berpengaruh terhadap porositas keramik, semakin tinggi konsentrasi binder maka porositas yang dihasilkan semakin meningkat.

Meningkatnya porositas badan keramik dipengaruhi oleh densitas badan keramik. Densitas keramik berpori gelcasting dengan variasi konsentrasi sago ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi konsentrasi binder maka semakin rendah densitas keramik, densitas terendah terjadi pada konsentrasi binder 10%. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Yu dkk. (2009) yang menyatakan bahwa semakin besar jumlah binder maka semakin tinggi porositasnya yang berarti memiliki densitas yang semakin rendah.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi binder terhadap densitas keramik

% Binder	m (g)	v (mL)	$\rho$ (g/mL)
2 %	3,4178	1,1521	2,9666
4 %	3,3948	1,2526	2,7102
6 %	3,3584	1,2675	2,6496
8 %	2,2870	1,0563	2,1651
10 %	2,2603	1,378	1,6403

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan semakin besar konsentrasi binder, semakin besar susut bakar massa keramik yang diperoleh, susut bakar massa terbesar terjadi pada konsentrasi binder 10% sebesar 26.87%. Adapun densitas keramik menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi binder, densitas terendah terjadi pada konsentrasi binder 10% sebesar 1,6403 g/cm<sup>3</sup>. Diharapkan dapat dilakukan analisis karakteristik pori untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aouadja, F., Bouzerara, F., Guvenc, C. M., & Demir, M. M. (2021). Fabrication and properties of novel porous ceramic membrane supports from the (Sig) diatomite and alumina mixtures. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, S0366317521000339. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2021.04.002>
- Carstens, S., Splith, C., & Enke, D. (2019). Sol-gel synthesis of  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> with enhanced porosity via dicarboxylic acid templating. *Scientific Reports*, 9(1), 19982. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56294-1>
- Hooshmand, S., Nordin, J., & Akhtar, F. (2019). Porous alumina ceramics by gel casting: Effect of type of sacrificial template on the properties. *International*

*Pengaruh Konsentrasi Binder Sagu (Metroxylon sagu) Terhadap Susut Bakar Massa dan Densitas Keramik Berpori Gelcasting*

- Journal of Ceramic Engineering & Science*, 1(2), 77–84.  
<https://doi.org/10.1002/ces2.10013>
- Le Ferrand, H. (2021). Magnetic slip casting for dense and textured ceramics: A review of current achievements and issues. *Journal of the European Ceramic Society*, 41(1), 24–37. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2020.08.030>
- Liu, K., Zhou, C., Chen, F., Sun, H., & Zhang, K. (2020). Fabrication of complicated ceramic parts by gelcasting based on additive manufactured acetone-soluble plastic mold. *Ceramics International*, 46(16), 25220–25229. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.06.313>
- Lu, Y., Liu, J., Ren, B., Wang, C., Rong, Y., Gan, K., Xu, J., & Yang, J. (2020). Room-temperature gelcasting of alumina with tartaric acid and glutaraldehyde. *Ceramics International*, 46(8), 11432–11435. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.01.119>
- Mohanty, S. P. (2009). *Processing of BiFeO<sub>3</sub> ceramics by gelcasting*.
- Putri, S. E. (2013). *Pengaruh Perbandingan monomer AM dan Crosslinker MBAM pada Pembuatan Keramik Berpori Secara Gelcasting Dengan Bahan Dasar Lumpur Lapindo*. 8.
- Putri, S. E. (2017). Pengaruh Perbandingan Monomer dan Crosslinker terhadap Karakter Pori Keramik Berpori Gelcasting Porous Ceramic Matrix Lapindo Mud. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 18(2), 14–19.
- Putri, S. E., & Pratiwi, D. E. (2016a). *The Effect of Mole Ratio of Acrylamide (AM) Monomer and Methylene-bis-acrylamide (MBAM) Crosslinker Toward the Hardness of Gelcasting Porous Ceramics*. 4.
- Putri, S. E., & Pratiwi, D. E. (2017). Analisis Kandungan Mineral dalam Tanah Liat Alam Sulawesi Selatan sebagai Bahan Dasar Sintesis Keramik. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 18(1), 35–38.
- Putri, S. E., & Pratiwi, D. E. (2016b). *The Effect of Mole Ratio of Acrylamide (AM) Monomer and Methylene-bis-acrylamide (MBAM) Crosslinker Toward the Hardness of Gelcasting Porous Ceramics*. 1(1).
- Putri, S. E., Pratiwi, D. E., Tjahjanto, R. T., & Mardiana, D. (2018). On The Effect Of Acrylamide And Methylenebicacrylamid Ratio On Gelcasted Ceramic Pore Character. *Journal of Chemical Technology & Metallurgy*, 53(5).
- Putri, S. E., Pratiwi, D. E., Triandi, R., Mardiana, D., & Side, S. (2018). *Performance Test of Gelcasted Porous Ceramic as Adsorbent of Azo Dyes*. 1028(1), 012039.
- Tabares, E., Cifuentes, S. C., Jiménez-Morales, A., & Tsipas, S. A. (2021). Injection moulding of porous MAX phase Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub> without using space-holder. *Powder Technology*, 380, 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.11.022>
- Teng, H.-D., Wei, Q., Wang, Y.-L., Cui, S.-P., Li, Q.-Y., & Nie, Z.-R. (2020). Asymmetric porous cordierite ceramic membranes prepared by phase inversion tape casting and their desalination performance. *Ceramics International*, 46(15), 23677–23685. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.06.141>
- Vibhore Kumar Rastogi, Jiang, B., Sturzenegger, P. N., Gonzenbach, U. T., Vetterli, M., Blugan, G., & Kuebler, J. (2019). A processing route for dip-coating and

- characterization of multi-structured ceramic foam. *Ceramics International*, 45(17), 21887–21893. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.07.199>
- Yu, J., Wang, H., Zeng, H., & Zhang, J. (2009). Effect of monomer content on physical properties of silicon nitride ceramic green body prepared by gelcasting. *Ceramics International*, 35(3), 1039–1044.
- Yu, J., Wang, H., Zhang, J., Zhang, D., & Yan, Y. (2010). Gelcasting preparation of porous silicon nitride ceramics by adjusting the content of monomers. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 53(3), 515–523.