Pengaruh Perbandingan Monomer dan Crosslinker terhadap Karakter Pori Keramik Berpori Gelcasting dengan Matriks Lumpur Lapindo

The Influence of Monomer and Crosslinker Ratio towards Pore Character of Gelcasted Porous Ceramic Matrix Lapindo Mud

Suriati Eka Putri

*Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Makassar, Jl. Dg Tata Raya Makassar, Makassar 90224
Email: ekaputri_chem@unm.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan monomer dan crosslinker terhadap karakter pori keramik berpori gelcasting dengan matriks lumpur lapindo. Prinsip dasar metode gelcasting adalah polimerisasi in situ. Monomer yang digunakan akrilamid (AM) dan crosslinker metilenbiskrilamid (MBAM). Polimer yang terbentuk bertindak sebagai template pori pada saat sintering. Pada penelitian ini dikaji perbandingan AM:MBAM sebesar 6:1; 12:1; 18:1; 24:1. Diameter pori diukur menggunakan metode bubble point. Pori yang dihasilkan sebesar 0,33 μm hingga 2,02 μm .

Kata kunci: *Lumpur Lapindo, Keramik, Pori, Gelcasting*

ABSTRACT

This study aims to determination the influence of ratio monomer and crosslinker toward pore character of gelcasted ceramic matrix Lapindo mud. The principle gelcasting method is polymerization insitu. Monomer used was acrylamide (AM) and crosslinker methylenbisacrylamide (MBAM). Polymer act as pore template while sintering process. This research study ratio AM:MBAM of 6:1; 12:1; 18:1; 24:1. Pore diameter was measured by bubble point method. The range of pore was 0,33 μm until 2,02 μm .

Keywords: *Lapindo Mud, Ceramics, Pores, Gelcasting*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan material berpori baik sebagai adsorben maupun sebagai pengemban katalis saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Salah satu jenis material berpori yang banyak digunakan adalah keramik.

Menurut Jinlong *et al.* (2011) saat ini yang sedang dikembangkan adalah optimasi kehandalan keramik berpori. Keramik berpori dapat digunakan misalnya dalam bidang industri sebagai pengemban katalis (Kiyoshi *et*

al., 2009), bidang kesehatan sebagai penyokong tulang buatan (Delecrin *et al.*, 2000), dan bidang pangan sebagai media amobilisasi bakteri dalam pembuatan ragi (Janiszyn *et al.*, 2007). Produk-produk tersebut di Indonesia sampai saat ini berupa produk jadi yang diperoleh dari luar negeri. Dengan demikian, dalam rangka peningkatan penggunaan produksi dalam negeri sejalan dengan perkembangan teknologi, maka sangat perlu dilakukan pengembangan keramik berpori yang berorientasi pada pemanfaatan bahan alam yang terdapat di Indonesia.

Salah satu contoh bahan alam yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan keramik adalah alumina silika yang terkandung pada bauksit. Alternatif lain pemanfaatan kandungan alumina silika adalah menggunakan limbah yang berupa lumpur. Menurut Aristianto (2006), kandungan lumpur Lapindo adalah SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , dan SO_2 dengan kandungan alumina (Al_2O_3) sebesar 18,27% dan silika (SiO_2) sebesar 60%. Pernyataan tidak jauh berbeda diberikan oleh Gunradi dan Joko (2007), bahwa alumina silika digolongkan sebagai *major element*, karena kandungan Al_2O_3 sebesar 17,08 – 18,95% dan SiO_2 sebesar 58%. Kandungan alumina dalam lumpur Lapindo berpotensi sebagai sumber alumina selain dari bauksit, sehingga lumpur Lapindo dapat berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan keramik. Teknik-teknik tradisional telah dikembangkan untuk membuat keramik berpori, misalnya

dry-pressing (Harefa, 2009), ekstrusi (Mongkolkachit *et al.*, 2010), dan *slip casting* (Ramlan (2009), Tjitro *et al.* (2008), Tambunan (2008)). Namun, metode ini memiliki beberapa kendala misalnya membutuhkan tekanan yang besar, menggunakan cetakan yang harus berpori, dan metode pembuatan yang cukup rumit (Guangyao *et al.*, 2000). *Gelcasting* merupakan suatu metode baru yang digunakan dalam mengembangkan pembuatan keramik berpori. Metode *gelcasting* memiliki beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan metode lainnya yaitu teknik pembuatan yang cukup mudah dilakukan dengan biaya yang cukup murah, menghasilkan porositas yang tinggi, penggunaan zat aditif organik lebih sedikit, dan cetakan yang digunakan dapat divariasikan. Namun, metode ini sulit menghasilkan ukuran pori yang homogen (Jinlong *et al.*, 2011).

Gelcasting merupakan metode yang berdasarkan pada proses polimerisasi *in situ* pembentukan makromolekul bersama dengan partikel keramik. *Slurry* yang digunakan dalam proses *gelcasting* dapat menghasilkan kepadatan yang tinggi. Pada metode ini digunakan monomer yang akan dipolimerisasikan dan berfungsi sebagai *template* pori (Guangyao *et al.*, 2000).

Menurut Janney *et al.* (1998) salah satu bahan murni yang digunakan dalam pembuatan keramik berpori secara *gelcasting* yaitu menggunakan AM yang akan membentuk gel dalam pelarut air. Monomer yang digunakan dalam *gelcasting* harus memiliki beberapa

sifat yaitu, harus larut dalam air dan memiliki ikatan vinil. Selain monomer, bahan lain yang digunakan dalam metode *gelcasting* adalah *crosslinker* dan inisiator.

Pada penelitian ini akan dikaji pengaruh perbandingan monomer dan crosslinker terhadap karakter pori keramik berpori gelcasting dengan bahan dasar lumpur lapindo.

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, ayakan (40 mesh dan 80 mesh), timbangan Mettler AE 166, tanur Barnstead Thermolyne, perangkat bubble point, SEM.

Bahan yang digunakan adalah tanah liat alam Sulawesi Selatan, akrilamid (AM), metilenbisakrilamid (MBAM), ammonium persulfat (APS), TEMED.

B. Prosedur Kerja

Adonan keramik terdiri dari adonan keramik mentah *gelcasted* dengan matriks clay murni dan matriks dari lumpur lapindo dengan variasi perbandingan monomer AM dan *crosslinker* MBAM. Sebanyak 2,8 g sampel clay untuk masing-masing adonan dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam campuran monomer AM 40% dan *crosslinker* MBAM 2%. Jumlah monomer dan *crosslinker* tiap adonan berbeda 2,9 mL AM 40% dan 3,1 mL MBAM 2% tiap adonan digunakan perbandingan berat AM:MBAM sebesar 6 : 1, 12 : 1, 18 : 1, dan 24 : 1.

Suspensi yang dihasilkan dihomogenkan selama 20 menit dalam mortar, kemudian ditambahkan 40 μ L APS 10% dan 20 μ L TEMED 99%. Setelah itu, dimasukkan dalam cetakan silinder dengan diameter 1,9 cm dan tinggi 1,6 cm dan dibiarkan 24 jam hingga sampel dapat dikeluarkan dari cetakan. Cetakan dibuka, sampel keramik yang dihasilkan selanjutnya dikeringkan selama 2 hari di udara bebas.

Keramik hasil sintesis selanjutnya disintering berdasarkan hasil TGA/DTA (Suriati, 2017). Keramik berpori dianalisis diameter pori menggunakan metode *bubble point* dan penampakan pori menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi terhadap diameter pori keramik diujikan dengan metode *bubble point*. Metode ini merupakan metode sederhana yang berdasarkan pada terbentuknya gelembung udara pada permukaan keramik ketika diberi tekanan. Ukuran pori yang terukur pada metode *bubble point* adalah diameter pori maksimum. Skema alat metode ini ditunjukkan pada Gambar 1.

Data hasil pengujian diameter keramik matriks lumpur lapindo dengan variasi perbandingan AM:MBAM ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1. diameter pori yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu sebesar 0,33 μ m hingga 2,02 μ m yang hampir sama dengan diameter pori yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya yaitu 0,90 μ m (Guangyao

et al., 2000) dan 1-3 μm (Jinlong *et al.*, 2011) yang menggunakan bahan dasar alumina.

Gambar 1. Skema alat penentuan diameter pori keramik dengan metode *bubble point*

Diameter pori meningkat pada perbandingan 6:1 hingga 12:1 dan menurun hingga perbandingan 24:1. Hal ini diduga karena semakin besar perbandingan sehingga jumlah monomer semakin banyak dengan jumlah crosslinker yang tetap sehingga fasa ruah yang dihasilkan semakin besar. Diduga polimer yang lepas dari matriks perlahan-lahan sehingga *template* yang ditinggalkan semakin kecil.

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan Brinell dan Diameter Pori Keramik Bahan Dasar Clay A

Perbandingan AM:MBAM	Diameter pori (μm)
6 : 1	0,94
12 : 1	2,02
18 : 1	0,51
24 : 1	0,33

Diameter pori yang dihasilkan dengan perbandingan AM:MBAM bukan pori yang seragam. Hal ini karena pada penelitian ini tidak dilakukan kontrol terhadap reaksi polimerisasi yang berperan sebagai *template* pori dalam badan keramik. Diameter pori terbesar terjadi pada perbandingan 12 : 1 yaitu sebesar 2,02 μm . Diameter pori perbandingan 12 : 1 lebih besar daripada perbandingan 6 : 1, hal ini dikaitkan dengan massa jenis perbandingan 12 : 1 lebih kecil daripada perbandingan 6 : 1.

Adapun diameter pori maksimum menurun dari perbandingan 12 : 1 ke 24 : 1, hal ini diduga karena dengan jumlah *crosslinker* yang terlalu sedikit maka kemungkinan menghasilkan fasa ruah semakin kecil sehingga dihasilkan ukuran *template* yang kecil dan ketika disintering akan meninggalkan ruang yang kecil.

Pori yang dihasilkan dalam badan keramik terjadi pada proses sintering yang berasal dari hilangnya sistem polimer yang kemudian meninggalkan ruang kosong dalam badan keramik. Hilangnya polimer ini diduga karena terjadinya degradasi polimer yang melepaskan gas NH_3 dan CO_2 pada suhu tertentu sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya. Pelepasan NH_3 diduga terjadi karena adanya reaksi imidisasi antara gugus amida pada monomer dan pelepasan gas CO_2 karena pemutusan pada rantai samping polimer dengan adanya pembentukan imida. Dengan demikian diduga reaksi yang terjadi pada saat pelepasan gas NH_3 pada proses sintering (Suriati, 2017).

Penampakan fisik pori keramik ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2., maka jenis pori yang dihasilkan pada pembuatan keramik berpori secara *gelcasting* terdiri dari pori terbuka dan pori tertutup. Pori yang tertutup umumnya berupa suatu rongga yang terjebak dalam padatan serta tidak ada akses ke permukaan luar sedangkan pori terbuka masih ada akses ke permukaan luar walaupun rongga tersebut berada di tengah-tengah padatan.

Diameter pori keramik dengan matriks clay atau tanah liat murni sebesar 0,51 μm . Hal ini sepadan dengan keramik matriks lumpur lapindo dengan perbandingan AM:MBAM 18:1.

Tabel 2. Penampakan pori keramik bahan dasar clay A variasi perbandingan AM:MBAM dengan pembesaran 200 kali

AM:MBAM	Morfologi Pori
6:1	 (a)
12:1	 (b)

18:1	 (c)
24:1	 (c)
clay	 (d)

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter pori meningkat dari perbandingan AM:MBAM 6:1 ke perbandingan 12:1 selanjutnya menurun hingga perbandingan 24:1. Rentang diameter yang dihasilkan sebesar 0,33 μm hingga 2,02 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- Guangyao, M., Huanting W., Wenjun Z., dan Xingqin L., 2000. Preparation of porous ceramics by gelcasting approach, *Material Letters* 45 (2): 224-22.
- Harefa, F.B., 2009. Pemanfaatan limbah padat pulp grits dan dregs dengan penambahan kaolin sebagai bahan pembuatan keramik konstruksi. Abstracts Research Gate.

- Janiszyn, Z., E. Dziuba, T. Boruckowski, J. Chmielewska, J.K. Rygielska, dan G. Rosiek, 2007. Application of porous ceramic as a support for immobilization of *Saccharomyces cerevisiae* yeast cells. *Journal Food Nutrition Sciences* 57 (4): 251-255
- Jinlong, Y., Juanli Y., dan Yong H., 2011. Recent developments of ceramics, *Journal of the European Ceramic Society* pages 23.
- Kiyoshi, K. , Toshinori M., Takuji M., dan Young H.R., 2009. Preparation of ion exchange polymer and porous ceramic for direct methanol fuel cell, Department of Applied Chemistry, Tokyo Metropolitan University Minami-Ohsawa, Japan.
- Mongkolkachit, C., S. Wanakitti, dan P. Aungkavattana, 2010. Investigated of extruded porous alumina for high temperature construction, *Journal of Metals, Materials and Minerals* 20 (3): 123-125.
- S. Putri *et al.*, “Determination of Sintering Temperature in Synthesis of Gelcasted Porous Ceramic,” vol. 2, no. 10, pp. 91–95, 2017.