

## SINTESIS KERAMIK BERPORI BERBAHAN DASAR LUMPUR LAPINDO MENGUNAKAN CETAKAN *NATA DE COCO*

Laely Nur Afida, Rachmat Triandi Tjahjanto\*, Anna Roosdiana

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya,  
Jl. Veteran Malang 65145*

\*Alamat korespondensi, Tel : 0341-575838, Fax : 0341-575835  
Email: rachmat\_t@ub.ac.id

### ABSTRAK

Lumpur Lapindo mengandung  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang berpotensi untuk dijadikan bahan dasar keramik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakter fisik keramik berpori yang dibuat menggunakan cetakan *nata de coco* serta mengetahui pengaruh variasi kadar gula dalam sintesis. Sintesis keramik diawali dengan preparasi sampel dengan proses refluks menggunakan HCl untuk mengurangi kadar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  serta penambahan larutan  $\text{Mg}(\text{II})$  1% untuk meningkatkan kekerasan keramik. Terdapat dua kelompok sampel, A dan B. Keramik A disiapkan dengan mencampurkan lumpur Lapindo dan larutan gula 10%, keramik B menggunakan larutan gula 12%. Karakterisasi keramik berpori meliputi densitas dan luas permukaan yang menggunakan metilen biru. Hasil penelitian menunjukkan sampel A1 memiliki luas permukaan maksimum ( $8,57 \text{ m}^2/\text{g}$ ), sedangkan densitas terendah ( $0,99 \text{ g/cm}^3$ ) pada sampel B4. Perbedaan konsentrasi gula tidak berpengaruh secara signifikan terhadap sifat keramik.

**Kata kunci:** densitas, kadar gula, keramik, luas permukaan, lumpur Lapindo

### ABSTRACT

Lapindo mud consists of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , which are potential as ceramic raw material. The objective of this research is to characterize the physical property of porous ceramic made by using *nata de coco* as the template and to investigate the effect of various glucose content in the synthesis. The synthesis of ceramic begins with sample preparation with reflux process using HCl to reduce  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -content which is followed by adding of  $\text{Mg}(\text{II})$  1% solution in order to increase ceramic hardness. There are two groups of samples, A and B. Ceramic material A were prepared by mixing Lapindo mud and glucose 10% solution, prior to fermentation, while the other ceramic B used glucose 12% solution. Porous ceramic characterization includes density and surface area measurement. The results show that A1 sample has the maximum surface area ( $8.57 \text{ m}^2/\text{g}$ ), while the lowest density ( $0.99 \text{ g/cm}^3$ ) was found at sample B4. In addition, the different glucose concentration does not affect the properties of the ceramic significantly.

**Keywords:** ceramic, density, glucose content, Lapindo mud, surface area

### PENDAHULUAN

Penelitian pada tahun 2009 [1] menunjukkan bahwa lumpur Lapindo memiliki kandungan utama  $\text{Al}_2\text{O}_3$  25,07%,  $\text{SiO}_2$  54,92%, dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  10,15%. Dengan tingginya kadar oksida-oksida tersebut lumpur Lapindo dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan material keramik. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas keramik dari lumpur

Lapindo telah dilakukan dengan menambahkan dolomit untuk meningkatkan nilai kekerasan dari keramik [2].

Keramik berpori memiliki ukuran porositas dan luas permukaan lebih besar dibandingkan jenis keramik yang lain [3]. Sehingga keramik berpori dapat diaplikasikan sebagai filter atau katalis. Bahan organik dapat dijadikan cetakan pori adalah serbuk kayu yang digunakan untuk pembuatan keramik *cordierite* sebagai filter gas buang dengan temperatur sintering 1250 °C yang menghasilkan ukuran pori keramik cukup seragam dan memiliki pola difraksi sinar-X dengan sistem kristal ortorombik [4].

*Nata de coco* merupakan salah satu bahan organik yang didalamnya mengandung selulosa yang diproduksi oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Terbentuknya nata ini merupakan hasil metabolisme *Acetobacter xylinum* yang prosesnya dikendalikan oleh plasmid [5]. Nata adalah berupa serat-serat selulosa yang terdiri dari gugus hidroksil yang mampu membentuk ikatan hidrogen [6] yang pada proses sintering akan terdekomposisi. Sehingga, serat nata berpotensi sebagai cetakan pori dalam keramik. Telah dilaporkan bahwa serat nata optimum diperoleh jika dilakukan penambahan kadar gula 10-12% [7]. Oleh karena itu, pada penelitian ini dipelajari sintesis keramik berpori dari lumpur Lapindo dengan *nata de coco* sebagai cetakan pori.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah starter bakteri *Acetobacter xylinum*, air kelapa, gula, asam asetat glacial, asam sitrat, ammonium sulfat (ZA), KOH (teknis), HCl 37%, (b/b,  $\rho=1,19$  g/mL), akuades, metilen biru, dan  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah indikator pH universal Merck, neraca Mettler PE 300, oven *Fisher Scientific* 655F, seperangkat alat gelas, seperangkat alat refluks, termometer, ayakan 40 mesh, kertas saring, *hotplate Thermo Scientific Cimatec*, tanur *Nabertherm*, spektrofotometer fluoresensi sinar – X *Minipal-4* dari *PAN Analytical*, dan spektronik *Genesys* 20.

### **Preparasi sampel**

Sejumlah lumpur Lapindo dikeringkan dalam oven pada temperatur 100 °C selama 24 jam. Lumpur Lapindo kering ditumbuk halus dan diayak dengan ayakan 40 mesh. Lumpur Lapindo yang lolos ayakan dikalsinasi pada 1000 °C selama dua jam.

### **Pengurangan kadar besi**

Enam gram lumpur hasil kalsinasi ditambahkan 90 mL HCl 6 M. Kemudian dilakukan refluks selama lima jam pada temperatur 80 °C disertai pengadukan. Material tak larut dan filtrat dipisahkan dengan kertas saring. Material tak larut dikeringkan pada temperatur 110 °C sampai diperoleh massa yang konstan, material tak larut. Filtrat yang diperoleh ditambahkan KOH 4 M sampai pH 3. Endapan yang terbentuk dipisahkan dari filtrat.

### **Penambahan larutan Mg(II) 1%**

Sebanyak 27 g material tak larut hasil refluks ditambahkan 100 mL Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O 1%. Dilakukan pengocokan dengan *shaker* berkecepatan 125 rpm selama 30 menit. Kemudian ditambahkan filtrat hasil penambahan dengan KOH 4 M dan dikeringkan dalam oven pada temperatur 110 °C sampai filtrat habis. Selanjutnya dikalsinasi pada temperatur 500 °C selama 2 jam.

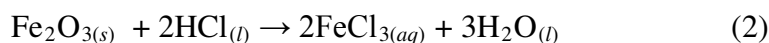
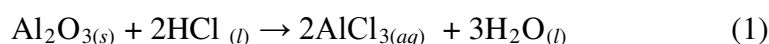
### **Sintesis keramik berpori**

Pembuatan keramik berpori dilakukan pada 5 g sampel lumpur Lapindo dengan beberapa variasi kadar gula, yaitu 10% dan 12%. Pembuatan media fermentasi diawali dengan 100 mL air kelapa ditambahkan 50 mL larutan gula 10% dan ammonium sulfat (ZA) 0,9 g, kemudian dididihkan 3 menit. Selanjutnya campuran ditambahkan 0,15 mL asam asetat glasial dan asam sitrat sampai pH 4. Media fermentasi sebanyak 10 mL ditambahkan ke dalam cawan porselen yang berisi sampel lumpur Lapindo yang merupakan cetakan keramik, dan didiamkan hingga dingin kemudian ditambahkan starter bakteri *Acetobacter xylinum* 1 mL. Keramik yang terbentuk selanjutnya disintering pada temperatur 1100 °C.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Preparasi lumpur Lapindo**

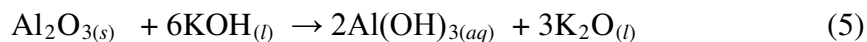
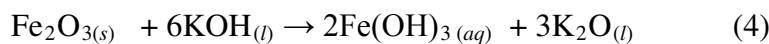
Lumpur Lapindo hasil kalsinasi dan proses refluks dikarakterisasi dengan metode fluoresensi sinar-X untuk mengetahui kandungannya. Hasil pengukuran fluoresensi sinar-X tersaji pada Tabel 1 dengan penurunan kandungan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, hilangnya Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> serta meningkatnya kandungan SiO<sub>2</sub> terjadi setelah proses refluks. Ini diakibatkan oleh sifat Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang sedikit larut dalam suasana asam, dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bersifat amfoter, yang sesuai persamaan 1 sampai 3.



**Tabel 1.** Hasil analisa XRF lumpur Lapindo sebelum dan sesudah direfluks

Parameter	Kandungan kimia (%)	
	Sebelum	Sesudah
SiO <sub>2</sub>	15	27,3
K <sub>2</sub> O	2,48	3,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,8	0
CaO	8,25	6,84
MnO	0,78	1,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	62,19	50,8
NiO	0,12	0,1
CuO	0,27	0,31
TiO <sub>2</sub>	2,76	4,13
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14	0,16

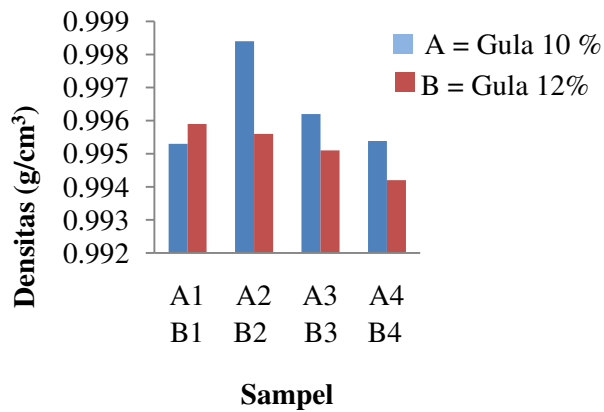
Untuk mempertahankan kandungan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam lumpur Lapindo, filtrat hasil refluks di tambahkan KOH untuk memisahkan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan dicampurkan dengan padatan setelah refluks. Reaksi yang terjadi seperti persamaan 4 dan 5. Selanjutnya sampel ditambahkan larutan Mg(II) 1% untuk meningkatkan kekerasan keramik.



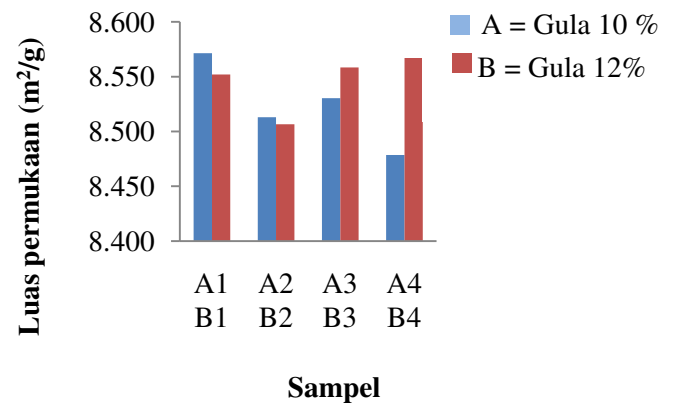
### Sintesis dan karakterisasi keramik berpori

Sintesis keramik berpori ini, meliputi dua tahap, yaitu pencetakan dan sintering. Pembuatan cetakan pori diawali dengan pembuatan media fermentasi dari air kelapa. Kelebihan menggunakan air kelapa dalam proses pembentukan nata, yakni proses pembentukan nata yang relatif cepat karena kandungan pada air kelapa kaya nutrisi yang sesuai dengan kondisi pertumbuhan bakteri. Air kelapa mengandung gula yang terdiri dari fruktosa dan glukosa [8]. Selain itu, penambahan ammonium sulfat (ZA) yang berfungsi sebagai sumber nitrogen. ZA sebagai sumber nitrogen memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan NPK dan urea, karena bakteri *Acetobacter xylinum* hanya dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk anorganik, yaitu nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Jika dibandingkan urea dalam bentuk amida yang mudah untuk dimetabolisme oleh bakteri *Acetobacter xylinum* untuk perkembangbiakan sel atau pembelahan sel [9]. Asam asetat glasial ditambahkan untuk mengatur pH menjadi 4 agar bakteri *Acetobacter xylinum* mengalami metabolisme secara optimum yang akan menghasilkan serat nata yang maksimal. Selanjutnya pendidihan bertujuan untuk mensterilkan media pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* dari bakteri yang tidak diinginkan.

Langkah selanjutnya adalah dilakukan proses sintering yang merupakan proses penggabungan material dengan panas. Pemanasan secara keseluruhan bertujuan untuk menghilangkan bahan organik secara bertahap serta karakter pori yang terbentuk dari setiap tahap pemanasan.



**Gambar 1.** Pengaruh kadar gula terhadap densitas keramik berpori



**Gambar 2.** Pengaruh kadar gula terhadap luas permukaan keramik berpori

Penentuan densitas dalam sampel ditentukan menggunakan hukum Archimedes. Densitas tertinggi dimiliki oleh sampel A2 dengan nilai 0,99842 g/cm<sup>3</sup> (Gambar 1). Hasil pengukuran densitas memperlihatkan bahwa kadar gula yang ditambahkan berpengaruh terhadap *nata de coco* yang terbentuk. Gula dalam larutan digunakan oleh *Acetobacter xylinum* sebagai sumber karbon dan bahan dasar *nata de coco* [9]. Nilai densitas dipengaruhi oleh jumlah pori hasil cetakan nata.

Penentuan luas permukaan sampel keramik berpori dilakukan menggunakan larutan metilen biru. Hasil pengukuran tersaji pada Gambar 2, tampak bahwa luas permukaan keramik berpori pada A1 memiliki luas permukaan 8,57 m<sup>2</sup>/g sedangkan keramik B4 yaitu 8,56 m<sup>2</sup>/g, dan sampel A1 yang memiliki luas permukaan yang optimum. Luas permukaan yang besar menyebabkan daya absorpsi dari keramik semakin tinggi. Luas permukaan tinggi berarti bahwa banyak pori-pori yang berada pada keramik. Nata merupakan serat selulosa yang mengisi/bercampur dengan bahan keramik, sehingga saat proses sintering serat terbakar, meninggalkan ruang diantara bahan keramik dan ruang-ruang yang ditinggalkan menjadi pori. Dari pernyataan tersebut dapat dipastikan bahwa semakin banyak nata yang terbentuk sehingga menyebabkan adanya pori yang terbentuk secara maksimal.

Berdasarkan uji  $T$  pada taraf nyata 0,05 dengan variansi sama maupun berbeda, diperoleh nilai  $T_{hitung} < T_{tabel}$  dari semua data yang meliputi densitas dan luas permukaan keramik berpori. Ini berarti tidak ada pengaruh perbedaan kadar gula secara signifikan terhadap densitas dan luas permukaan dari keramik berpori.

## KESIMPULAN

1. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa densitas terendah pada sampel B4 yaitu 0,9942 g/cm<sup>3</sup>, dan luas permukaan tertinggi sampel A1 sebesar 8,57 m<sup>2</sup>/g.
2. Berdasarkan uji  $T$  variasi kadar gula tidak berpengaruh secara signifikan terhadap densitas dan luas permukaan dari keramik berpori.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada laboratorium kimia anorganik yang telah membiayai sebagian biaya peneliti yang telah dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Setyowati, E.W., 2009, Penggunaan Campuran Lumpur Sidoarjo terhadap Peningkatan Kualitas Genteng Keramik, *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*, No. 1. Vol.9. hal.67-75, Teknik Sipil, Universitas Brawijaya, Malang.
2. Nurhidayat, R., 2013, Pengaruh Penambahan Dolomit Terhadap Bahan Baku Pembuatan Keramik dari Lumpur Lapindo, *Skripsi*, Universitas Brawijaya, Malang.
3. Ramlan, 2009, Pemanfaatan Karet Busa (Spons) sebagai Model Cetakan pada Pembuatan Keramik Berpori, *Jurnal Penelitian*, Universitas Sriwijaya Vol.12, No.2(B) 12206.
4. Sebayang, P., Muljadi, M. Ginting, dan S.K. Deni, 2007, Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu terhadap Karakteristik Keramik Cordierite Berpori sebagai Bahan Filter Gas Buang, *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, Volume 7 No. 1 Juni 2007, ISSN No. 0854-3046.
5. Rezaee A., S.Solimani and M. Forozandemogadam, 2005, Role of Plasmid in Production of Acetobacter Xylinum Biofilm, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
6. Phillips, G.O. and P.A. Williams, 2000, Handbook of Hydrocolloids, Woodhead Publishing, Williams.

7. Surtningsih, 1998, Pengaruh Biofermentasi Bakteri *Acetobacter xylinum* dan Kadar Sukrosa terhadap Pembentukan Nata de soya dan Nata de coco dari Limbah Industri dan Air Kelapa, Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, Surabaya.
8. Alaban, C.A, 1962, Studies on Optimum Conditional for Nata de coco Bacterium or Nata Formation in Coconut Water, *Journal Philippine Agric*, 96(2):490-515.
9. Anam, K., 2010, Produksi Nata de coco, *Bioteknologi Sekolah Pasca Sarjana*, Institut Pertanian Bogor.