

## PREPARASI DAN KARAKTERISASI SIFAT OPTIK KACA POSFAT

Sulhadi\*, A. Rinto

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universita Negeri Semarang (Unnes), Semarang, Indonesia

Diterima: 5 April 2011, Disetujui: 4 Mei 2011, Dipublikasikan: Juli 2011

### ABSTRAK

Gelas fosfat telah sukses dibuat dengan komposisi  $P_2O_5$ -MgO dan  $P_2O_5$ -CaO menggunakan teknik *quenching* leleh. Bahan gelas dibuat dengan memanasinya pada suhu  $850^\circ C$  selama 30 menit. Sampel gelas dipersiapkan dengan komposisi fosfat 70-85%, dengan interval 5%. Gelas fosfat yang diproduksi dengan komposisi 80% memiliki sifat transparan yang baik dan tidak pecah ketika dicetak. Hasil analisis optik menunjukkan bahwa gelas fosfat dengan pemodifikasi MgO memiliki sifat optik yang baik. Lebih transparan daripada CaO.

### ABSTRACT

Phosphate glass has been successfully made with composition  $P_2O_5$ -MgO dan  $P_2O_5$ -CaO by melt quenching technique. The process of making glass forming material by heating at a temperature  $850^\circ C$  and maintained for 30 minutes. Glass sample prepared with the composition of phosphate 85%, 80%, 75%, 70%. Phosphate glass produced with 80% compositions which have good transparency properties and do not break when molded. The result of optical analysis shows phosphate glass with modifier MgO has good optical properties than CaO. Taken as a macroscopic phosphate glass with MgO modifier is more transparent than with CaO, so that both glass allows for further applications.

© 2011 Jurusan Fisika FMIPA UNNES Semarang

**Keywords:** phosphate glass; optical properties; preparation, quenching

### PENDAHULUAN

Bahan pembuat kaca dapat dibentuk menjadi kaca menggunakan beberapa teknik, misalnya pendinginan dari keadaan cair/lelehan, kondensasi dari vapour, tekanan quenching, hidrolisis larutan, anodisasi, pembentukan sol-gel dan bombardier/pengrusakan kristal dengan partikel berenergi tinggi atau gelombang kejut. Teknik pendinginan dari keadaan cair/lelehan adalah yang paling penting dan banyak digunakan (Uhlmann et al, 1983). Riset yang berhubungan dengan kaca dan bahan nonkristalin lain sangat aktif dan produktif pada sepuluh tahun terakhir, hal ini disebabkan oleh tiga alasan utama. Pertama adalah pemahaman teoritis dua puluh tahun yang lalu, yang menunjukkan bahwa hampir semua cairan dapat membentuk kaca jika pertumbuhan kristal dapat ditekan. Kedua pada riset eksperimental, yang mana menunjukkan bahwa banyak bahan non-kristalin dibuat dengan proses selain pendinginan dari titik lelehnya. Fase uap digunakan untuk membuat fiber glass dengan kemurnian ultra tinggi, pendinginan secara cepat dari lelehan/cairan logam untuk menjadi kaca metalik, metode sol-gel untuk membuat oksida kaca baru, halida, kalkogenik baru dan kaca nitrida baru. Alasan yang ketiga meningkatnya kesadaran dari industri bahwa dari sudut pandang pembuatannya kaca lebih efisien dari kristal dan kaca ini mempunyai peran yang penting dalam elektronika

(Mackenzie, 1982). Kaca posfat dengan *modifier* MgO dan *modifier* CaO telah dianalisis strukturnya yaitu bersifat amorf (Rinto Agustino et al, 2010).

Posfat merupakan salah satu bahan pembentuk kaca. Posfat mempunyai temperatur leleh (*melting point*) yang relatif lebih rendah dibandingkan kaca silika dan kaca borat (K. V. Shah et al, 2007). Bahan ini mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia yang rendah, sehingga untuk memperbaiki kekurangan ini, kaca posfat dicampur dengan element yang mempunyai elektron valensi tinggi. Kaca posfat juga mempunyai sifat mekanik yang lebih kuat dari kaca posfat karena posfat mempunyai sifat higroskopik (M. Altaf, 2010). Penggunaan penting dari kaca posfat adalah aplikasinya sebagai biomaterial berdasarkan pada sistem kalsium posfat. Mempunyai kesamaan dalam komposisi untuk membuat tulang dan gigi buatan. Aplikasi pertama yang telah dilakukan adalah pada bidang biomaterial, yaitu sebagai material pembuat *dental restorative* seperti mahkota karena mempunyai sifat mekanik yang kuat (Abe Y et al, 1988, A.G. Dias et al, 2006). Kaca posfat mempunyai sifat higroskopik yang tinggi, sehingga dengan penambahan modifier dapat mengurangi sifat higroskopiknya. Pada riset ini mengkaji kaca posfat dengan *modifier* MgO dan CaO, struktur kristal dan komposisi kaca yang dihasilkan

### METODE

Dalam eksperimen ini yang pertama adalah penimbangan bahan, penimbangan menggunakan timbangan digital. Bahan pembuat kaca dengan komposisi  $CaO-P_2O_5$  dan  $MgO-P_2O_5$  ditimbang dengan

\*Alamat korespondensi:  
Tel/Fax : 08529044892;  
Email: sulhadipati@yahoo.com

Komposisi bahan seperti Tabel 1 dan Tabel 2.

Setelah ditimbang kemudian dicampur sehingga homogen dan mempunyai komposisi bahan yang dikehendaki. Kedua bahan yang telah dicampur dengan komposisi tertentu kemudian dipanaskan dengan menggunakan tungku pemanas atau *furnace* hingga mencapai temperatur titik leleh kaca. Pemanasan disini bertujuan agar kedua bahan tersebut dapat tercampur. Setelah bahan kaca mencapai temperatur lelehnya, bahan kaca dituangkan pada cetakan yang terbuat dari lempung. Tujuan pencetakan ini untuk membentuk kaca dengan bentuk tertentu. Setelah mencapai titik leleh yang dituangkan dalam cetakan, kaca kemudian

dinginkan sehingga bahan tersebut kembali berbentuk kaca. Pendinginan dilakukan sangat cepat dengan membiarkan di ruang terbuka. Ini bertujuan untuk mencegah terbentuknya nukleasi dan kristalisasi.

Karakterisasi sifat optik dilakukan dengan melewati sinar laser He-Ne pada sampel, kemudian diukur intensitas dengan luxmeter setelah melewati sampel. Pada luxmeter akan terbaca intensitas cahaya yang mengenai sensor, kemudian terbaca secara digital pada *display* luxmeter. Dari hasil pengukuran dapat ditentukan perbandingan antara intensitas cahaya sebelum dan setelah melewati sampel.

**Tabel 1.** Komposisi posfat dan kalsium oksida

Komposisi bahan	Komposisi I	Komposisi II	Komposisi III	Komposisi IV
$P_2O_5$	85 %	80 %	75 %	70 %
$CaO$	15 %	20 %	25 %	30 %

**Tabel 2.** Komposisi posfat dan magnesium oksida

Komposisi bahan	Komposisi I	Komposisi II	Komposisi III	Komposisi IV
$P_2O_5$	85 %	80 %	75 %	70 %
$MgO$	15 %	20 %	25 %	30 %

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan kaca dimulai dengan pencampuran serbuk posfat ( $P_2O_5$ ) dengan magnesium oksida ( $MgO$ ) dan posfat dengan kalsium oksida ( $CaO$ ). Campuran bahan tersebut selanjutnya dipanaskan dengan *furnace* pada temperature  $850^{\circ}C$  kemudian dipertahankan selama 30 menit. Hasil eksperimen pembuatan kaca posfat pada kedua *modifier* menunjukkan kaca dengan komposisi  $P_2O_5$  80% membentuk kaca yang bisa dicetak, tidak mengalami

*crack*, mempunyai transparansi yang baik dari pada komposisi yang lain. Komposisi dan hasil eksperimen kaca posfat ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 dan Tabel 4 terlihat bahwa komposisi posfat 80% mempunyai sifat higroskopik yang sedang dan tidak *crack* ketika dituangkan pada cetakan, untuk kaca dengan komposisi posfat 85% mempunyai sifat higroskopik yang tinggi. Kaca fosfat dengan komposisi posfat 75% dan 70% sifat higroskopiknya sedang, tetapi mengalami *crack*. *Crack* terjadi kekisi atom terdapat hole, sehingga saat temperaturnya diturunkan secara cepat atom-atom ada yang tidak berikatan secara sempurna (Sahar, 1998). Perlu ditambahkan *modifier* untuk menghilangkan sifat *crack* pada proses pembuatan kaca.

**Tabel 3.** Komposisi kaca  $P_2O_5 - MgO$

Komposisi (mol%)		Keterangan
$P_2O_5$	$MgO$	
85	15	Sifat higroskopik tinggi, tidak <i>crack</i>
80	20	Sifat higroskopik sedang, tidak <i>crack</i>
75	25	Sifat higroskopik sedang, <i>crack</i>
70	30	Sifat higroskopik sedang, <i>crack</i>

**Tabel 4.** Komposisi kaca  $P_2O_5 - CaO$

Komposisi (mol%)		Keterangan
$P_2O_5$	$CaO$	
85	15	Sifat higroskopik tinggi, tidak <i>crack</i>
80	20	Sifat higroskopik sedang, tidak <i>crack</i>
75	25	Sifat higroskopik sedang, <i>crack</i>
70	30	Sifat higroskopik sedang, <i>crack</i>

### Analisis Sifat Optik Kaca

Karakterisasi sifat optik kaca posfat menggunakan pancaran sinar laser He-Ne. Analisis dilakukan dengan melewatkan sinar laser pada sampel, kemudian intensitas cahaya diukur menggunakan luxmeter. Hasil pengukuran luxmeter menunjukkan perbedaan intensitas hasil pancaran sinar laser dari ketebalan yang berbeda setelah melewati sampel seperti ditunjukkan pada Tabel 5. Hasil analisis sifat optik, didapatkan intensitas fungsi ketebalan. Kaca posfat dengan komposisi  $80P_2O_5 - 20CaO$  dengan ketebalan 0,72 cm mempunyai intensitas 51 Cd, ketebalan 0,81cm mempunyai intensitas 42Cd dan ketebalan 1,02cm mempunyai intensitas 30Cd. Tabel 5 ditunjukkan semakin besar ketebalan sampel,

maka semakin kecil intensitas yang melewati sampel. Kaca posfat dengan komposisi  $80P_2O_5 - 20MgO$  juga mempunyai sifat yang sama, yaitu intensitas yang dipancarkan semakin kecil dengan semakin ketebalan yang semakin besar (Sulhadi, 2007). Sampel dengan ketebalan 0,68cm mempunyai intensitas 58Cd, ketebalan 0,81 mempunyai intensitas 55Cd dan ketebalan 0,85cm mempunyai intensitas 50Cd.

Hasil analisis optik menunjukkan kaca posfat dengan modifier MgO mempunyai sifat optik yang baik dari pada dengan modifier CaO. Hal ini ditunjukkan dengan intensitas yang melewati kaca posfat dengan komposisi  $80P_2O_5 - 20MgO$  lebih besar dengan perbedaan ketebalan yang relatif kecil.

**Tabel 5.** Analisis sifat optik kaca posfat

Komposisi	Ketebalan (cm)	Intensitas Awal (Cd)	Intensitas Akhir (Cd)
80P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 20CaO	0,72	60	51
	1,02	60	30
	0,81	60	42
80P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 20MgO	0,81	60	55
	0,85	60	50
	0,68	60	58

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kaca posfat dengan modifier MgO dan CaO telah berhasil dibuat dengan metode melt quenching. Sampel kaca dibuat dengan komposisi posfat 85%, 80%, 75%, 70%. Dihasilkan kaca posfat dengan komposisi posfat 80% yang memiliki sifat transparansi yang baik dan tidak pecah ketika dicetak. Pembuatan kaca posfat dengan cara memanaskan bahan pembentuk kaca dicampur dengan modifier dengan furnace pada temperatur 850°C. Hasil analisis sifat optik menunjukkan kaca posfat dengan modifier MgO bersifat meneruskan intensitas cahaya lebih besar dibandingkan dengan modifier CaO.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Riset ini di sponsori oleh Laboratorium Kemagnetan dan Bahan Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abe. Y, Hosono. H, Tsutsumi. S, Shinya. A, Yokozuka. S, *J. Bioceramics* 1 (1988) 181
- A. G. Dias, M. A. Lopez, J. D. Santos. In vivo Performance of Biodegradable Calcium Phosphate Glass Ceramics using the Rabbit Model. *Journal of*

- Biomaterials Applications* (2006)20.
- K. V. Shah, M. Goswami, D. K. Aswal, V. K. Shrikhande, S. K. Gupta, G. P. Kothiyal. (2007). Effect of Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O Substitution on Thermophysical Properties of PbO Based Phosphate Glass. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 89(1): 153-157
- Mackenzie, J. D. (1982). State of Art and Prospects of Glass Science. *J. Non-Cryst. Solids* 52:1-8
- M. Altaf, M. Ashraf Chaudry. Physical Properties of lithium Containing Cadmium Phosphate Glasses. *J. Mod. Phys* (2010)1:201-205
- Rinto Agustino, Sulhadi, Agus Yulianto, *The Preparation and Compositon Studies in The Phosphate Glass System, Proc. in International Conference on Physics and Its Applications for Environmentally Friendly Technology & Disaster Management*, Kentingan Physics Forum 5th, Solo, Indonesia, 2010
- Sahar, R. 1998. Sains Kaca. Malaysia. Universiti Teknologi Malaysia
- Sulhadi. 2007. *Structural and Optical Properties Studies of Erbium Doped Tellurite Glasses*. Thesis Doctor of Philoshophy, Universiti Teknologi Malaysia
- Uhlmann, D.R. and Kreidl, N.J. 1983, *Glass: Science and Technology*. Vol.1. New York: Academics Press