

ISSN : 0854 - 5405

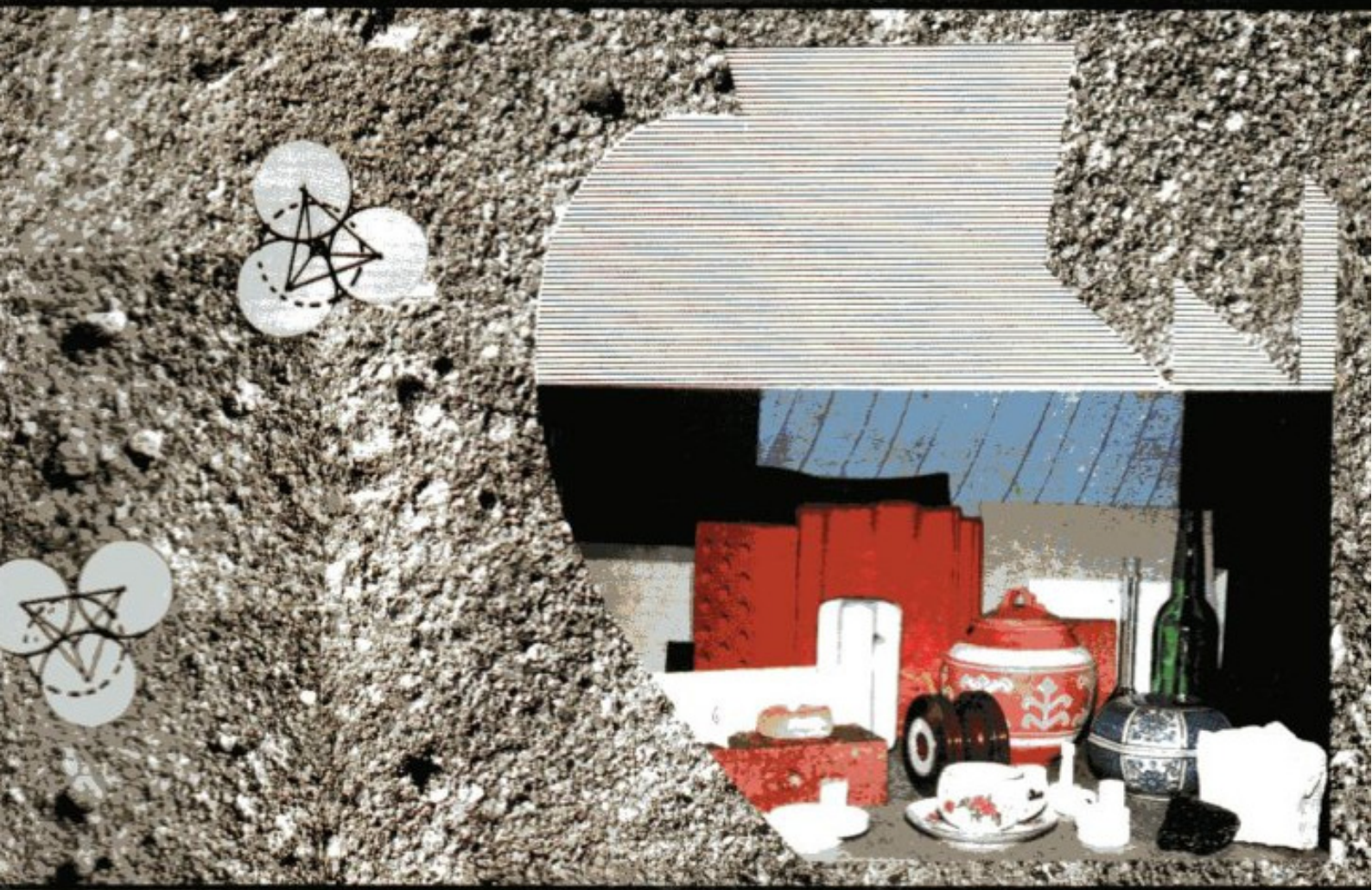


**Kementerian
Perindustrian**
REPUBLIK INDONESIA

Jurnal
KERAMIK DAN GELAS INDONESIA

JOURNAL OF THE INDONESIAN CERAMICS AND GLASS

Vol. 25 No. 2. Desember 2016



KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI

BALAI BESAR KERAMIK

JKGI	VOL. 25	No. 2	Hal. 46 - 107	Bandung Desember 2016	ISSN 0854 - 5405
------	---------	-------	---------------	--------------------------	---------------------

Terakreditasi No: 658/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

Jurnal
KERAMIK DAN GELAS INDONESIA
JOURNAL OF THE INDONESIAN CERAMICS AND GLASS

Vol. 25 No. 2. Desember 2016

Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia adalah majalah ilmiah yang diterbitkan dua kali dalam setahun untuk menyebarkan hasil-hasil penelitian dan pengembangan serta ulasan ilmiah tentang keramik dan gelas kepada lembaga penelitian dan pengembangan, ilmuwan dan peminat lainnya. Tulisan dalam Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya.

Penanggung Jawab
Kepala Balai Besar Keramik
Ir. Supomo, M.Sc.

Ketua Penyunting Merangkap Anggota
Ir. Hernawan, MT (Keramik Maju & Gelas)

Penyunting Ahli
Dra. Sri Cicih Kurniasih, M.Si (Keramik Elektronik & Nano Material)
Ir. Subari (Keramik Konvensional dan Pengetahuan Bahan)
Drs. Suhandi (Keramik Maju & Ilmu Bahan)

Mitra Bestari
DR.Ir. Aristianto MMB, MSCE (Keramik Elektronik & Keramik Struktural)
Dra. Naniek Sulistarihani, MS (Keramik Elektronik & Keramik Struktural)
Dr. Diana Rakhmawaty E, M.Si (Kimia Anorganik)
Prof. Dr. Ir. Tarzan Sembiring (Keramik Maju)
Drs. Fanani Hamzah, MS (Keramik Maju & Gelas)

Sekretariat & Redaksi Pelaksana
Dr. Handoko Setyo Kuncoro, ST, MT, M.Eng, PhD.
Nurhidayati, S.Si, MT.

Alamat Penyunting dan Tata Usaha
Balai Besar Keramik
Jl. Akhmad Yani No. 392 Bandung 40272
Telp: (022) 7206221, 7207115, 7206296
Fax: (022) 7205322
e-mail: jkgi.bbk@gmail.com

DAFTAR ISI

	Halaman
1. Sintesis dan Karakterisasi Bone Ash Sintetik dari Bahan Alam <i>Characterization of Synthetic Bone Ash from Natural Sources</i> Kristanto Wahyudi, Frank Edwin dan Naili Sofyaningsih	46 - 58
2. Modifikasi Filter Keramik dengan Y-Alumina sebagai Adsorben Logam Berat <i>Modified Ceramic Filter with Y-Alumina Addition as Heavy Metals Adsorben</i> Eneng Maryani, Suhandha, Naili Sofyaningsih dan Ayu Ratnaningsih	59 - 67
3. Kajian Perkembangan Penelitian Glasir untuk Industri Keramik Selama 25 Tahun Terakhir <i>A Riview on The Glaze Researches Development Over The Last 25 Years in Center for Ceramics</i> Handoko Setyo Kuncoro, Herlina Damayanti dan Naili Sofyaningsih	68 - 78
4. Zirkonia untuk Aplikasi Material Restorasi Gigi <i>Zirconia as a Material for Dental Restorative Applications</i> Lia Asri, Rifki Septawendar dan Bambang Sunendar	79 - 88
5. Sintesis dan Karakterisasi γ -Alumina Nanopartikel dari Garam Nitrat dengan Variasi Penambahan Polietilen Glikol (PEG) <i>Synthesis and Caharcaterization of Nanoparticle γ-alumina from Nitarte Salt with Variation of Polyethylen Glycol (PED) Addition.</i> Raisa Khairani, Heri Setiawan dan Bambang Sunendar	89 - 95
6. Sintesis dan Karakterisasi Lempeung Terinterkalasi dengan Menggunakan Cetyl Pridinium hloride <i>Synthesis and Characterization of Clay Intercalation Using Cetyl Pridinium Chloride</i> Hernawan dan Nurhidayati	96 - 107

KATA PENGANTAR

Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia Vol. 25 No.2 Desember 2016 ini menyajikan 6 (enam) makalah yang ditulis oleh Peneliti Balai Besar Keramik dan instansi litbang lainnya. Makalah-makalah tersebut membahas sintesis dan karakterisasi bone ash sintetik dari bahan alam, modifikasi filter keramik dengan –alumina sebagai adsorben logam berat, kajian perkembangan penelitian glasir untuk industri keramik selama 25 tahun terakhir, bahan zirkonia untuk aplikasi material restorasi gigi, sintesis nanopartikel -alumina dari garam nitrat dengan variasi penambahan polietilen glikol (PEG), dan sintesis lempung terinterkalasi dengan menggunakan *cetyl pyridinium chloride*.

Pada makalah pertama bahan baku alam yang digunakan untuk pembuatan bone ash sintetik diambil dari kapur Padalarang dan Cirebon dengan bahan pembentuk larutan asam fosfat teknis. Hasil karakterisasi XRD untuk pH 8-11 pada suhu kalsinasi 800°C menunjukkan hasil struktur kristal yang identik dengan tulang asli yang dibakar pada suhu 950°C, yaitu kristal hidroksiapatit (HA). Sedangkan hasil FTIR menunjukan gugus yang dominan dari ikatan fosfat (PO_4^{3-}) pada bilangan gelombang 417 cm^{-1} dan 1084 cm^{-1} dengan sebagian fraksi kecil gugus karbonat (CO_3^{2-}), gugus hidroksil (OH), berturut-turut pada bilangan gelombang 1447 cm^{-1} dan 3417 cm^{-1} .

Pada makalah kedua dipaparkan guna meningkatkan daya adsorpsi filter keramik terhadap logam berat maka dilakukan modifikasi filter dengan mengisi 80 gram adsorben –alumina ke dalamnya. Filter keramik yang dimodifikasi telah berhasil mengadsorpsi logam berat (Pb, Ar, dan Cd) terutama Pb sehingga diperoleh kadar Pb sampai batas kuantifikasi alat pengukuran.

Pada makalah ketiga hasil-hasil penelitian glasir khususnya di Balai Besar Keramik akan dikaji dalam kaitannya dengan permasalahan di industri keramik di Indonesia. Hasil perhitungan dengan metode statistik ANOVA memberikan nilai *p-value* dibawah 0,05 dan perhitungan nilai *F* 4,75 (diatas kriteria *F* 2,87) yang menunjukkan bahwa penelitian-penelitian glasir selama ini memiliki hubungan yang signifikan dengan permasalahan di industri (IKM) keramik Indonesia.

Pada makalah keempat diulas mengenai perkembangan zirkonia sebagai material restorasi gigi, mulai dari struktur zirkonia, sifat mekanik, degradasi, aplikasi, sampai dengan studi *in vivo* dan *in vitro*. Selain itu juga dibahas mengenai prospek dan fokus penelitian zirkonia ke depan sebagai material restorasi gigi.

Pada makalah kelima ditunjukkan bahwa material gamma alumina ($-\text{Al}_2\text{O}_3$) telah berhasil disintesis dengan prekursor aluminum nitrat ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) pada variasi penambahan surfaktan polietilen glikol (PEG) 6000 (PEG/Al 0.133) sebagai dispersan dan pengarah struktur satu dimensi (template). Hasil analisis XRD dan SEM menunjukkan jenis fasa mineral gamma alumina ($-\text{Al}_2\text{O}_3$) dengan sebagian besar partikel $-\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{PEG}$ memiliki morfologi berbentuk bulat dan sebagian lagi cenderung berbentuk batang dengan ukuran panjang sekitar (40 – 70) nm dan diameter (10 – 20) nm.

Pada makalah keenam ditunjukkan bahwa lebar jarak basal (antar lapis) dari *montmorillonite* dipengaruhi berat *Cetylpyridinium chloride* (CPC) ditambahkan terhadap berat Na-Monmorilonit. Indikasi adanya pelebaran ditunjukkan oleh perubahan posisi, bentuk, dan intensitas hasil refleksi basal (d_{001}) pada difraktogram setelah dilakukannya proses interkalasi.

Hasil penelitian dan kajian di atas diharapkan dapat menyumbangkan kemajuan teknologi keramik di Indonesia, sehingga tidak tertinggal dengan kemajuan teknologi keramik global.

Redaksi selalu mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca.

Redaksi

MODIFIKASI FILTER KERAMIK DENGAN γ -ALUMINA SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT

*Modified Ceramic Filter with γ -Alumina Addition
as Heavy Metals Adsorben*

Eneng Maryani, Suhandi, Naili Sofiyarningsih dan Ayu Ratnasari

Balai Besar Keramik
Jl. Jend. Ahmad Yani 392 Bandung 40272, Telp. (022) 7206221/Fax : (022) 7205322

Naskah diterima : 24 Oktober 2016, Rev I : 4 Nopember 2016, Rev II : 10 Nopember 2016, Diterima : 21 Nopember 2016

ABSTRAK

F Filter keramik adalah filter yang terbuat dari bahan baku keramik. Filter tersebut dapat didesain sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk menyaring partikel suspensi, koloid, logam berat, ion-ion tertentu, serta mikroorganisme seperti bakteri, kuman, parasit, dan jamur. Pada penelitian ini filter keramik dibuat dari bahan baku keramik yaitu *ball clay*, alumina dan karbon yang dibentuk dengan cara *slip casting*. Untuk meningkatkan daya adsorpsi filter keramik terhadap logam berat maka dilakukan modifikasi filter dengan mengisi 80gram adsorben γ -alumina ke dalamnya. Filter tersebut memiliki mikrostruktur mesoporous dengan karakteristik tekstural: $d_{\text{pori rata-rata}} = 40,410\text{nm}$, $V_{\text{pori total}} = 0,1146\text{cc/g}$ dan luas permukaan = $11,348\text{m}^2/\text{g}$ untuk filter A serta $d_{\text{pori rata-rata}} = 29,458\text{nm}$, $V_{\text{pori total}} = 0,0536\text{cc/g}$ dan luas permukaan = $7,280\text{m}^2/\text{g}$ untuk filter B. Filter keramik dapat menyaring air berlumpur sehingga diperoleh air yang jernih. Filter keramik Aa1 dan Aa2 (diisi adsorben γ -alumina) serta filter B (tanpa diisi adsorben γ -alumina) telah berhasil mengadsorpsi logam berat terutama Pb sehingga diperoleh kadar Pb sampai batas kuantifikasi alat pengukuran. Adsorpsi logam arsen paling baik dilakukan menggunakan filter Aa1 sebesar 97,39%. Adsorpsi logam kadmium (Cd) paling baik dilakukan menggunakan filter B sebesar 99,80%. Filter keramik B dapat berfungsi ganda yaitu sebagai filter (penyaring) dan adsorben logam berat.

Kata Kunci: filter keramik, mesoporous, adsorpsi, γ -alumina, logam berat,

ABSTRACT

C Ceramic filter is a filter made from raw materials of ceramic. The filter was designed insomuch that could be used to filter suspensions particles, colloids, heavy metals, certain ions, and microorganism such as bacteria, germs, parasites, and fungi. Ball clay, alumina, and carbon was used in

this filter formed by slip casting. The filter was modified by inserting 80gram γ -alumina to increase the adsorption capacity of the ceramic filter to heavy metals. The filter has a mesoporous microstructure with textural characteristics: $d_{\text{porous average}} = 40.410\text{nm}$, $V_{\text{porous total}} = 0.1146\text{cc/g}$ and a surface area = $11.348\text{m}^2/\text{g}$ for filters A and $d_{\text{porous average}} = 29.458\text{nm}$, $V_{\text{porous total}} = 0,0536\text{cc/g}$ and a surface area = $7.280\text{m}^2/\text{g}$ to filter B. The ceramic filter could filter the muddy water in order to obtain clear water. The ceramic filter Aa1 and Aa2 (filled adsorbent γ -alumina) and the filter B (without filled adsorbent γ -alumina) has successfully adsorb heavy metals, especially Pb thus Pb level obtained to the limit of quantification measurement tools. Adsorption of arsenic was optimal using filter Aa1 with 97,39% removal. Adsorption cadmium (Cd) was optimal using filter B with 99,80% removal. Filter B played dual role as a filter and adsorbent of heavy metal.

Keywords: ceramic filter, mesoporous, adsorption, γ -alumina, heavy metals

I. PENDAHULUAN

Air limbah dari sejumlah industri seperti *plating* logam, metalurgi, baterai, tambang, cat, pigmen, penyamakan kulit, farmasi, pestisida, karet, plastik dan gelas diindikasikan terkontaminasi oleh logam berat [1-3]. Keberadaan logam berat sangat membahayakan kesehatan manusia yaitu dapat menyebabkan kerusakan ginjal, paru-paru, hati, fungsi sistem saraf pusat, kardiovaskular, dan gastrointestinal, mengakibatkan kanker, bahkan kematian. Selain itu, juga menyebabkan sejumlah permasalahan terhadap lingkungan karena karakteristiknya yaitu tidak dapat mengalami biodegradasi, tahan berada di lingkungan dan dapat terakumulasi dalam elemen lingkungan seperti rantai makanan dan beracun [1,4]. Logam berat adalah unsur yang memiliki nomor atom antara 63,5 dan 200,6 serta memiliki *specific*

gravity lebih besar dari 5,0 [1]. Contoh logam berat yang sering terpapar dalam limbah industri yaitu timbal, krom, merkuri, uranium, selenium, zinc, arsen, kadmium, perak, dan nikel [1].

Penghilangan logam berat dapat dilakukan melalui beberapa metode diantaranya pengendapan secara kimia, filtrasi, reaksi oksidasi-reduksi, elektrokimia, penukar ion, elektroflotasi, koagulasi dan adsorpsi [5]. Adsorpsi merupakan metode penghilangan paparan logam berat dari air limbah yang sangat efektif dan ekonomis karena metode ini sederhana, murah dan fleksibel [2,4-6]. Material yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah mineral lempung, karbon aktif, karbon nanotubes, zeolit, serta oksida logam seperti Mn-oksida, Fe-oksida, TiO_2 , $\gamma\text{-AlOOH}$ dan $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ [3,4]. γ -alumina merupakan adsorben yang

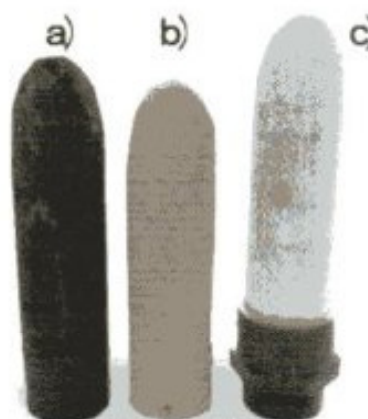
menjanjikan karena beberapa kelebihan karakteristiknya yaitu memiliki kapasitas adsorpsi, kekuatan mekanik dan luas permukaan spesifik yang besar serta suhu modifikasi yang rendah [7,8]. Material ini memiliki struktur porous dengan bentuk rongga yang baik untuk adsorpsi dan masih aktif terhadap pengikatan [9].

Umumnya limbah industri tidak hanya mengandung satu jenis polutan saja, tetapi terdiri dari beberapa polutan seperti partikel yang tersuspensi, senyawa koloid, zat warna, logam berat, ion-ion pengotor yang larut baik anorganik maupun senyawa organik, serta mikroorganisma [10]. Oleh karena jenis polutannya bervariasi, maka pada penelitian ini dilakukan penggabungan teknik pengolahan limbah yaitu filtrasi/penyaringan menggunakan filter keramik dan adsorpsi dengan bahan γ -alumina.

sesuai Gambar 1(a) dengan cara *slip casting*. Hasil cetakan tersebut dikeringkan dalam oven [Gambar 1(a)] kemudian dibakar pada suhu 950 °C sehingga terbentuk *core filter* seperti Gambar 1(b).

Tabel 1 Komposisi bahan baku filter keramik

Filter	Ball clay (%)	Alumina A12 (%)	Karbon (%)
A	40	50	10
B	30	50	20



Gambar 1 Core filter keramik (a) sebelum dibakar; (b) setelah dibakar suhu 950 °C; (c) setelah diisi dengan granul γ -alumina

II. METODE PENELITIAN

1. Pembuatan filter keramik

Filter keramik dirancang dengan acuan komposisi sesuai penelitian Soesilowati, dkk (2015) [11] dengan modifikasi penambahan karbon seperti terlihat pada Tabel 1.

Ball clay ditambahkan sejumlah air dan diperam supaya terjadi proses *aging*. Kemudian diaduk dengan pengaduk mekanik sampai homogen serta ditambahkan alumina dan karbon yang telah disaring sampai lolos saringan 80 mesh. Campuran diaduk terus sampai homogen dan menjadi massa cor. Cetak massa cor tersebut dengan bentuk tabung U

2. Pembuatan bahan γ -alumina

Metode pembuatan bahan γ -alumina menggunakan prosedur sesuai penelitian Sofiyarningsih, N., dkk (2016) [9] dengan modifikasi pada pembentukan granul γ -alumina sebagai berikut: serbuk $Al(OH)_3$ kering ditambahkan perekat polietilen glikol (PEG) secukupnya kemudian diulet sampai homogen. Massa tersebut disaring dengan ditekan pada ayakan dengan $\varnothing = 0,5-1$ mm, kemudian dikalsinasi pada suhu 700 °C.

3. Pengisian granul γ -alumina pada core filter keramik A

Sejumlah massa granul γ -alumina dimasukkan ke dalam core filter sehingga diperoleh massa granul sebanyak 75% dari volume core filter. Bagian ujung lubang core filter ditutup dengan kain, dipasang pada pipa PVC dan pada bagian antaranya diisi dengan perekat epoksi seperti terlihat pada Gambar 1(c).

Karakterisasi yang dilakukan terhadap filter keramik dan granul γ -alumina adalah pengujian XRD, SEM, pori dan luas permukaan dengan metode BET, serta pengujian kadar logam berat Pd, Cd dan Cr untuk sampel air sebelum dan sesudah proses filtrasi-adsorpsi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik kimia bahan baku keramik

Filter keramik merupakan filter yang terbuat dari bahan baku keramik. Pada penelitian ini dibuat filter dari bahan baku keramik alumina A12 dan *ball clay* serta karbon sebagai pembentuk pori. *Ball clay* merupakan jenis lempung yang sangat plastis karena terdiri atas mineral kaolinit yang secara alamiah terkontaminasi oleh senyawa organik selama proses deposisinya secara sedimentasi [12].

Ball clay yang digunakan berasal dari Kalimantan Barat dan dibeli dari pemasok. *Ball clay* tersebut memiliki kadar Al_2O_3 yang rendah yaitu 23,36% (lihat Tabel 2), sehingga berdasarkan perhitungan analisa rasional kadar lempung kaolinit-nya pun rendah yaitu 59,12%. Berdasarkan perhitungan tersebut kadar SiO_2 dalam lempung kaolinit adalah 27,52%. Oleh karena kadar SiO_2 total dalam *ball clay* sangat tinggi yaitu 64,87% (lihat Tabel 2), maka *ball clay* tersebut banyak mengandung pengotor berupa kuarsa (SiO_2 bebas) sebesar 37,35% sehingga tidak termasuk lempung kaolin kelas baik. Kaolin yang termasuk kelas baik memiliki kandungan sebagai berikut: alumina (Al_2O_3) 37 – 40%; silika (SiO_2) 45 – 55%; senyawa besi sebagai $\text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 1\%$; TiO_2 0,5 – 1,5%; hilang pijar 8 – 15%; dan senyawa alkali oksida serta alkali tanah oksida termasuk pengotor dengan kadar rendah [13]. *Ball clay* yang digunakan termasuk lempung dengan kandungan Fe_2O_3 dan TiO_2 yang baik karena kadar Fe_2O_3 dan TiO_2 dalam *ball clay* tersebut relatif kecil yaitu 0,73% (<1%) dan 1,08% (lihat Tabel 2).

Tabel 2 Komposisi kimia bahan baku filter keramik

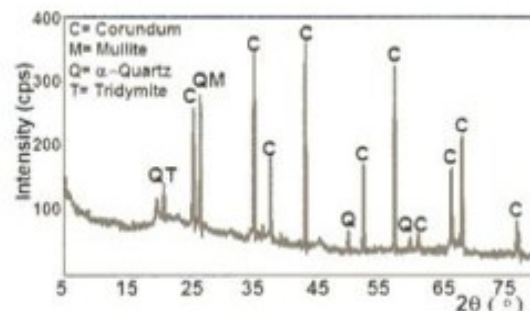
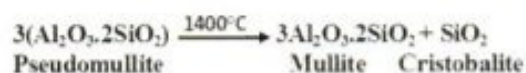
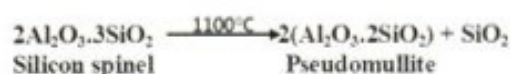
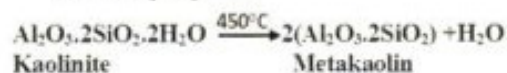
Komponen kimia (%)	Ball clay KalBar	Alumina A12
SiO ₂	64,87	-
Al ₂ O ₃	23,36	99,88
MgO	0,53	-
CaO	1,12	-
Fe ₂ O ₃	0,73	-
TiO ₂	1,08	-
K ₂ O	0,49	0,02
Na ₂ O	0,45	0,03
HP	7,36	0,05

Catatan: Karbon yang digunakan kualitas teknis

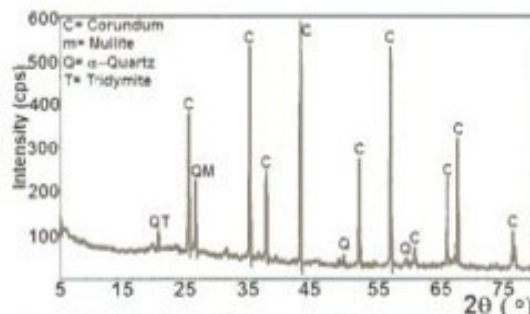
2. Karakteristik mineral core filter keramik

Filter keramik A dan B yang telah dibuat mengandung mineral-mineral berikut (Gambar 2 dan 3):

- Corundum yaitu kristal α-alumina yang berasal dari bahan baku alumina A12 yang dipakai.
- α-Quartz yaitu kuarsa (silika/ SiO₂) yang berasal dari mineral pengotor dalam bahan baku *ball clay*.
- Tridymite yaitu SiO₂ dari kuarsa yang telah bertransformasi fasa secara termal.
- Mullit yaitu hasil transformasi fasa secara termal dari mineral lempung kaolinit. Pembentukan mullit secara teoritis terjadi pada suhu 1400°C dengan rangkaian reaksi berikut [14]:



Gambar 2 Difraktogram XRD dari filter keramik A



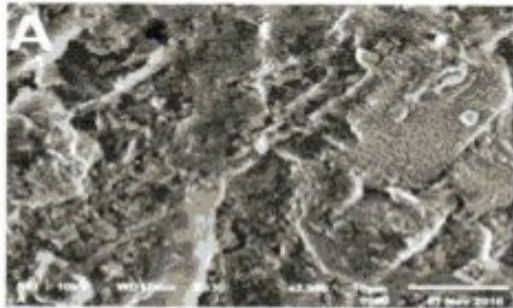
Gambar 3 Difraktogram XRD dari filter keramik B

Pada penelitian ini mineral mullit terbentuk pada suhu yang lebih rendah dari 1400°C yaitu pada suhu 950°C. Hal ini terjadi karena adanya aditif *fluxing agent* seperti alkali atau alkali tanah dan Fe₂O₃ serta ukuran partikel prekursornya lebih kecil.

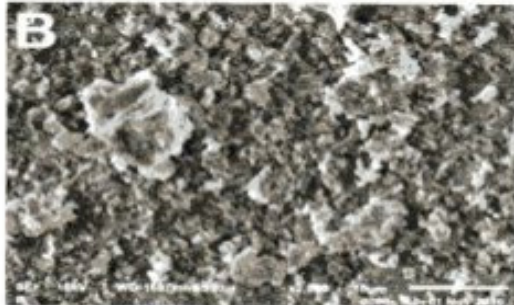
3. Karakteristik struktural morfologi filter keramik dan granuly-alumina

Filter keramik A dan B yang telah dibuat menunjukkan hubungan antar partikel yang sudah cukup kuat dengan terbentuknya *grain boundary* tetapi belum cukup kuat. Di antara partikel terdapat *channel-channel* berupa pori-pori terbuka yang menunjukkan mikrostruktur yang

porous (Gambar 4 dan 5). Pada filter keramik A terdapat mikrostruktur lembaran (*sheet*) dari kristal mullit yang tersusun teratur (Gambar 4).

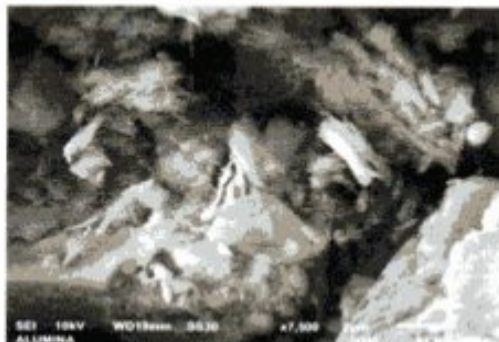


Gambar 4 Hasil SEM filter keramik A



Gambar 5 Hasil SEM filter keramik B

Bahan γ -alumina (80 gram) yang diisikan ke dalam filter keramik A memiliki morfologi partikel memanjang seperti terlihat pada Gambar 6. Partikel memanjang memiliki kelebihan yaitu luas permukaannya lebih besar dan porinya juga besar, sehingga daya adsorpsinya besar dan difusi fluidanya juga menjadi lebih cepat



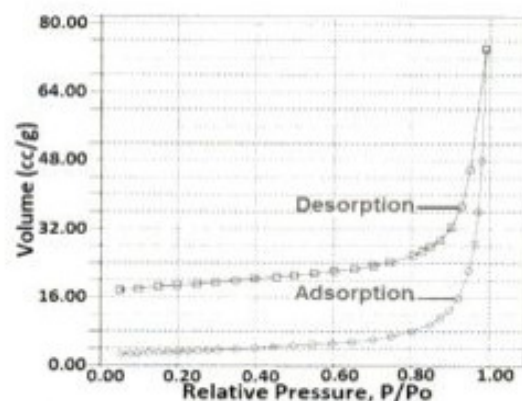
Gambar 6 Hasil SEM dari granul γ -alumina

4. Karakteristik tekstural dari filter keramik

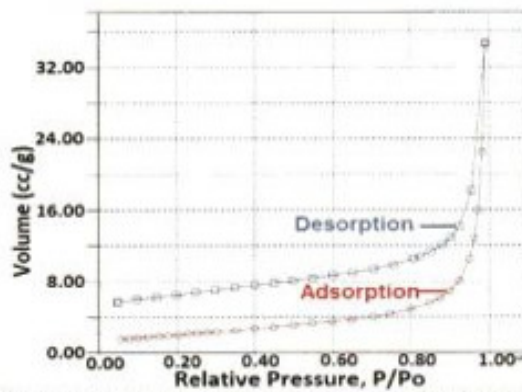
Karakteristik tekstural dari filter keramik A dan B yang diuji dengan metode BET dapat dilihat pada Tabel 3. Filter A dan B termasuk bahan mesoporous karena diameter pori-nya berkisar antara 2-50 nm. Berdasarkan klasifikasi IUPAC, kurva adsorpsi-desorpsi isotherm dari filter A (Gambar 8) dan filter B (Gambar 9) termasuk tipe IV yang menandakan kurva untuk adsorben mesoporous [15]. Berdasarkan Tabel 3, Filter A memiliki diameter pori, luas permukaan dan volume pori total yang lebih besar dibandingkan filter B.

Tabel 3 Karakteristik tekstural dari filter keramik

Filter	D _{pori} rata2 (nm)	Luas permuk. (m ² /g)	V _{pori} total (cc/g)
A	40,410	11,348	0,1146
B	29,458	7,280	0,0536



Gambar 7 Kurva adsorpsi-desorpsi isotherm dari filter A

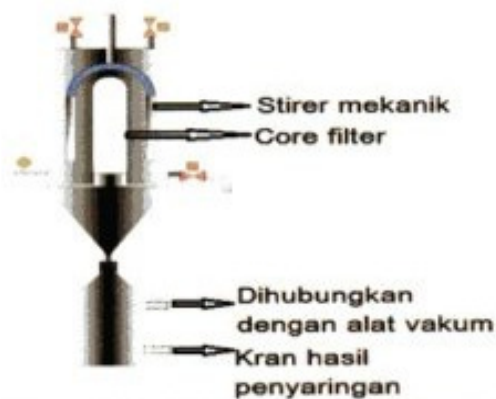


Gambar 8 Kurva adsorpsi-desorpsi isotherm dari filter B

5. Karakteristik Operasional prototip filter keramik terhadap logam berat

Untuk uji coba penyaringan air lumpur yang mengandung logam berat, dibuat alat uji prototip filter keramik dengan desain seperti terlihat pada Gambar 9. Alat tersebut dihubungkan dengan alat pompa vakum $\frac{1}{4}$ kPa. Untuk keperluan pengadukan cairan yang akan disaring, digunakan stirrer mekanik dengan motor stirrer berkecepatan 1500 rpm.

Hasil visual air lumpur sebelum dan sesudah disaring dengan filter keramik B dapat dilihat pada Gambar 10. Air lumpur yang sangat keruh berubah menjadi jernih setelah disaring.



Gambar 9 Rancangan alat uji prototip filter keramik



Gambar 10 Air lumpur (A) sebelum (B) sesudah disaring filter keramik B

Alat uji prototip filter keramik dengan core filter Aa1, Aa2 dan B diujicobakan untuk menyaring larutan yang mengandung logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), dan arsen (As). Hasil penyaringannya dapat dilihat pada Tabel 4. Semua filter yaitu Aa1, Aa2 dan B sangat baik untuk mengadsorpsi logam Pb. Hal ini dibuktikan dari hasil penyaringan oleh semua filter tersebut menghasilkan kadar Pb pada batas kuantisasi pengukuran dari alat uji yang digunakan. Daya adsorpsi terhadap logam Arsen (As) paling baik memakai filter Aa1 dengan % removal= 97,39. Daya adsorpsi terhadap logam Cd paling baik memakai filter B dengan % removal= 99,80.

Tabel 4 Hasil uji prototip filter keramik terhadap logam berat Pb, Cd, Cr dan As

Filter	Unsur	Kadar (ppm)		% Removal	Keterangan
		Sebelum penyaringan	Sesudah penyaringan		
Aa1	As	3,45	0,09	97,39	Batas kuantifikasi: As= 0,02 ppm Cd= 0,01 ppm Pb= 0,05 ppm
	Cd	5,38	0,75	86,06	
	Pb	4,99	<0,05	99,00	
Aa2	As	4,63	0,02	95,25	
	Cd	5,10	0,03	99,41	
	Pb	4,92	<0,05	98,98	
B	As	3,72	1,44	61,29	
	Cd	5,09	<0,01	99,80	
	Pb	4,77	<0,05	98,95	

Daya adsorpsi dari filter keramik B yang tanpa pengisian adsorben γ -alumina terhadap logam berat menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dari filter keramik A yang diisi γ -alumina (lihat Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa filter keramik dapat berfungsi ganda yaitu sebagai filter (penyaring) juga sebagai adsorben.

IV. KESIMPULAN

Filter keramik telah dibuat dari bahan keramik yaitu ball clay, alumina dan karbon yang dibentuk core filter dengan cara slip casting. Filter tersebut memiliki mikrostruktur mesoporous dengan karakteristik tekstural: $d_{\text{pori rata-rata}} = 40,410\text{nm}$, $V_{\text{pori total}} = 0,1146 \text{ cc/g}$ dan luas permukaan = $11,348 \text{ m}^2/\text{g}$ untuk filter A serta $d_{\text{pori rata-rata}} = 29,458 \text{ nm}$, $V_{\text{pori total}} = 0,0536 \text{ cc/g}$ dan luas permukaan = $7,280\text{m}^2/\text{g}$ untuk filter B.

Untuk meningkatkan daya adsorpsi filter keramik terhadap logam berat maka dilakukan modifikasi filter dengan mengisi

adsorben γ -alumina ke dalam filter. Filter keramik dapat menyaring air berlumpur sehingga diperoleh air yang jernih. Filter keramik Aa1 dan Aa2 (diisi adsorben γ -alumina 80gram) serta filter B (tanpa diisi adsorben γ -alumina) telah berhasil mengadsorpsi logam berat terutama Pb sehingga diperoleh kadar Pb sampai batas kuantifikasi alat pengukuran. Adsorpsi logam arsen paling baik dilakukan menggunakan filter Aa1 dengan % removal 97,39. Adsorpsi logam kadmium (Cd) paling baik dilakukan menggunakan filter B dengan % removal 99,80. Filter keramik B dapat berfungsi ganda yaitu sebagai filter (penyaring) dan adsorben logam berat.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Soesilowati dan Bapak Yoyo Suparyo, pegawai Balai Besar Keramik, atas jasa dan bantuan pikiran, saran, tenaga dan doa-nya sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lakherwal, D., "Adsorption of Heavy Metals; A Review", International Journal of Environmental Research and Development, 2014, 4(1), 41-48
2. Sasikala, S. & Muthuraman, G., "Removal of Heavy Metals from Wastewater Using Tribulus terrestris Herbal Plants Powder", Iranica Journal of Energy & Environment, 2016, 7(1), 39-47.
3. Guijuan, JI., Weiwei, B., Guimei, G., Baichao, AN., Haifeng, Z., & Shuca, G., "Removal of Cu(II) from Aqueous Solution Using a Novel Crosslinked Alumina-Chitosan Hybrid Adsorbent", Chinese Journal of Chemical Engineering, 2012, 20(4), 641-648.
4. Zhao, G., Wu, X., Tan, X., & Wang, X., "Sorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions: A Review", The Open Colloid Science Journal, 2011, 4, 19-31.
5. Poursani, A.S., Nilchi, A., Hassani, A.H., Shariat, M., & Nouri, J., "A Novel Method for Synthesis of Nano- γ - Al_2O_3 : Study of Adsorption Behavior of Chromium, Nickel, Cadmium and Lead Ions", Int. J. Environ. Sci. Technol., 2015, 12, 2003-2014.
6. Agarwal, S., Tyagi, I., Gupta, V.K., Dehghani, M.H., Jaafari, J., Balarak, D., Asif, M., "Rapid Removal of Noxious Nickel (II) Using Novel γ -Alumina Nanoparticles and Multiwalled Carbon Nanotubes: Kinetic and Isotherm Studies", Journal of Molecular Liquids, 2016, 1-26.
7. Al-Rubayee, W.T., Abdul-Rasheed, O.F., & Ali, N.M., "Preparation of a Modified Nanoalumina Sorbent for the Removal of Alizarin Yellow R and Methylene Blue Dyes from Aqueous Solutions", Journal of Chemistry, 2016, 1-12.
8. Siahpoosh, S.M., Salahi, E., Hessari, F.A. & Mobasherpour, I., "Synthesis of γ -Alumina Nanoparticles with High-Surface-Area via Sol-Gel Method and their Performance for the Removal of Nickel from Aqueous Solution", Bulletin de la Société Royale des Science de Liège, 2016, 85, 912-934.
9. Sofiyarningsih, N., Suhand, Nurhidayati, Septawendar, R., Karsono, U., & Suparyo, Y., "Teknologi Penyiapan γ -Alumina sebagai Adsorben Logam Berat", Prosiding Seminar Keramik XV, 2016, 57-70.
10. Sperling, M.v., "Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal", IWA Publishing London, 2007, Vol.1, 28-76.
11. Soesilowati, Suhand, Ratnasari, A., Suparyo, Y., "Filter Keramik untuk Industri Minuman dan Obat-Obatan", Prosiding Seminar Nasional Keramik XIV, 27 Mei 2015, 64-75
12. Powell, P.S., "Ball Clay Basics", Ceram. Eng. Sci. Proc., 1995, 16(3), 200-206
13. Morris, H.H. & Gunn, F.A., "Kaolin", Industrial and Engineering Chemistry, 1960, 52(5), 370-376.
14. Duval, D.J, Risbud, S.H., & Shackelford, J.F., "Ceramic and Glass Materials: Structure, Properties and Processing", Springer, 2008, XII, 27-39
15. Naumov, S., "Hysteresis Phenomena in Mesoporous Materials", Disertasi, 2009, Universitas Leipzig.