

## PENGEMBANGAN GEOPOLIMER BERBASIS KARBON AKTIF SEBAGAI KERAMIK FILTER GANDA (*DOUBLE FILTER*) UNTUK APLIKASI PENGOLAHAN AIR SUMUR

Nurhasmi<sup>1</sup>, Subaer, Nurhayati

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar

Jl. Daeng Tata Raya, Makassar 90223

<sup>1</sup>e-mail: asmymey5@gmail.com

**Abstract:** *The Development of Carbon Active Based Geopolymer as Double Filter Pottery for Well Water Processing Application.* It has conducted a research on carbon active based geopolymer as pottery double filter for well water processing application. This research aims were to understand the micro structure of filter ceramic that produced, knowing the influence of the addition of active carbon, and to know how much debit of water which was obtained from the filter ceramic. The manufacture of filter ceramics was conducted by mixing all primary substances, which were metakaolin 30 g, active carbon 1 %, quartz sand 0.75 g, and aluminum foil 0,075 g. The compound then mixed with alkaline solution to form geopolymer paste then curing the paste at temperature of 70°C. The results of SEM characterization showed the existence of pore with size of  $\pm 50 \mu\text{m}$  formed on the surface of sample; pore also appears at samples sized of  $5 \mu\text{m}$ . The appropriate addition of active carbon for the production of ceramics was 1 % relative to the masses of sample. Water debit produced when the filter pottery was tested was of 0,035 mls/s for single filter and of 0,02 mls/s for double filter.

**Keywords:** *active carbon, ceramic double filter, geopolymer*

**Abstrak:** *Pengembangan Geopolimer Berbasis Karbon Aktif Sebagai Keramik Filter Ganda (Double Filter) Untuk Aplikasi Pengolahan Air Sumur.* Telah dilakukan penelitian geopolimer berbasis karbon aktif sebagai keramik filter ganda (double filter) untuk aplikasi pengolahan air sumur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dari keramik filter yang diproduksi, mengetahui pengaruh penambahan karbon aktif, dan berapa besar debit air yang diperoleh dari filter keramik tersebut. Pembuatan keramik filter dilakukan dengan cara dengan mencampurkan semua bahan dasar seperti metakaolin 30 g, karbon aktif 1%, pasir kuarsa 0,75 g, dan aluminium foil 0,075 g kemudian dicampurkan dengan larutan alkali sampai membentuk pasta geopolimer dan di-curing pada temperatur 70°C. Hasil karakterisasi SEM menunjukkan adanya pori dengan ukuran  $\pm 50 \mu\text{m}$  yang terbentuk pada permukaan sampel, tampak pula pori dari karbon aktif pada sampel dengan ukuran  $\pm 5 \mu\text{m}$ . Penambahan karbon aktif yang baik untuk produksi keramik adalah 1% relatif terhadap massa sampel. Debit air yang dihasilkan untuk filter keramik tunggal sebesar 0,035 ml/s sedangkan untuk filter keramik ganda sebesar 0,02 ml/s..

**Kata Kunci:** *Geopolimer, Keramik Double Filter, dan Karbon Aktif*

Air merupakan kebutuhan dasar seluruh makhluk hidup. Dari total air yang tersedia di bumi hanya 2,53 % saja yang merupakan air bersih, namun kebutuhan akan air bersih semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk. Selain itu, air bersih yang layak minum juga harus melalui proses pengolahan yang memenuhi syarat fisik maupun kimiawi. Air bersih yang digunakan oleh sebagian besar masyarakat bersumber dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Namun pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat

mengakibatkan sebagian besar masyarakat tidak memperoleh air bersih dari PDAM, sehingga masyarakat menjadikan air sumur sebagai sumber air utama kehidupan.

Air sumur yang digunakan sebagai sumber air minum merupakan salah satu jenis air tanah dengan kandungan berbagai mineral dan unsur, baik yang bersifat logam maupun non logam. Kandungan unsur logam yang terdapat di dalam air sumur mengakibatkan air tersebut tidak layak untuk dikonsumsi, sehingga diperlukan sebuah alternatif untuk menjernihkan air sumur tersebut.

Salah satu alternatif yang bisa digunakan yaitu penggunaan keramik filter.

Keramik filter dibuat dari bahan geopolimer yang dicampurkan dengan karbon aktif. Pencampuran karbon aktif ini bertujuan agar keramik yang diproduksi dapat menyerap logam-logam berat yang terdapat di dalam air sumur. Sumber karbon aktif dapat diproduksi dari berbagai bahan, yakni tempurung kelapa, ampas tebu, dan lain-lain. Dalam penelitian ini, digunakan tempurung kelapa sebagai sumber karbon aktif karena keberadaannya cukup melimpah di alam.

Karbon aktif yang digunakan bersifat absorben dan berfungsi sebagai bahan filtrasi. Filtrasi digunakan untuk mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, serta menghilangkan kandungan logam berat. Hasil Penelitian yang dilakukan oleh Abiriga et. all (2014) menunjukkan bahwa filtrasi ganda menghasilkan produk yang lebih unggul jika dibandingkan dengan filtrasi tunggal meskipun tingkat perkolasi air lebih tinggi untuk filtrasi tunggal.

Keramik filter dapat ditambahkan dengan karbon aktif, dimana karbon aktif merupakan bahan yang dapat menyerap unsur logam. Karbon aktif adalah arang dengan struktur amorf atau mikrokristalin jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang tinggi sekitaran  $1500 \text{ m}^2/\text{g}$  serta memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi dalam fase cair maupun dalam fase gas (Cobb, 2012). Salah satu sumber karbon aktif yang banyak dimanfaatkan dalam pengolahan air bersih adalah tempurung kelapa. Hal ini dikarenakan tempurung kelapa memiliki mikropori yang banyak, kadar abu yang rendah, dan sifat kelarutan dalam air yang tinggi (Gilar, 2013)..

Filter adalah alat penyaring air yang digunakan pada pengolahan air bersih untuk memisahkan bahan pengotor (partikulat) yang terdapat dalam air. Media filter digunakan sebagai salah satu teknologi mendasar dalam

pengolahan air. Alat filtrasi atau penyaring memisahkan campuran *solida likuida* dengan media porous (media berpori) guna memisahkan sebanyak mungkin padatan yang tersuspensi yang paling halus (Mary, 2012).

Karakteristik filtrasi dikembangkan berdasarkan pertimbangan teknik dan ekonomi dengan sasaran utamanya yakni dihasilkan filter yang mudah digunakan, murah, dan kualitas yang baik. Air yang memiliki padatan dengan ukuran yang homogen menggunakan saringan tunggal (*single filter*), sedangkan jika ukuran padatan beragam, maka digunakan saringan ganda (*double filter*).

Keramik Geopolimer dapat bekerja sebagai tapis atau filter baik secara mekanik maupun secara elektronik dengan cara menyerap atom yang terkandung didalam air dan mengurungnya di dalam pori geopolimer dan meloloskan molekul air yang ukurannya lebih kecil. Karena itu molekul air yang lolos memiliki tingkat kemurnian yang tinggi.

## METODE

Pada penelitian ini disintesis sebanyak 12 sampel dengan variasi pasir kuarsa (PK), serbuk aluminium foil (AF), dan karbon aktif (KA). Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah *mixing* yaitu dengan cara mencampurkan semua bahan seperti metakaolin, PK, AF, dan KA kemudian diaduk secara manual dan dicampurkan dengan larutan alkali sampai membentuk pasta geopolimer. Pasta ini kemudian di-*curing* pada temperatur  $70^\circ\text{C}$ .

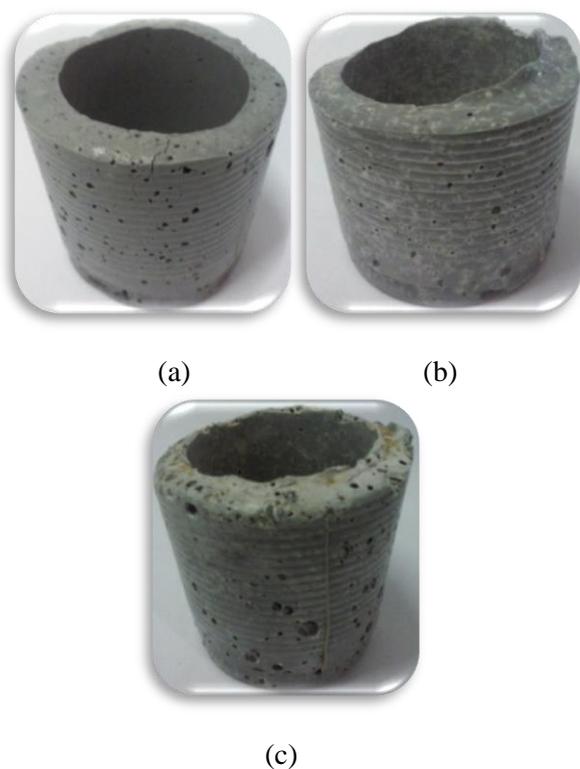
## HASIL DAN DISKUSI

Penelitian membahas tentang komposisi keramik yang baik untuk digunakan sebagai filter, serta pengaruh karbon aktif (KA) terhadap filter keramik dan hasil filtrasi, dalam hal ini kadar unsur logam yang terkandung dalam air. Ada beberapa bahan tambahan dalam pembuatan filter keramik, yaitu pasir kuarsa (PK) yang

diharapkan setelah penambahan akan menghasilkan filter keramik yang lebih kuat. Selain itu, digunakan bahan tambahan aluminium foil (AF) sebagai pembentuk pori pada filter keramik agar molekul air dapat diloloskan dengan menghitung debit air.

**1. Hasil Sintesis Keramik Filter dengan variasi PK**

Berdasarkan Gambar 1 terlihat pengaruh penambahan PK terhadap filter keramik. Penambahan PK 1,50 gram terlihat retakan yang cukup besar, sedangkan untuk penambahan PK 1,00 gram terlihat retakan halus pada keramik. Retakan tersebut diakibatkan agregat PK yang terlalu banyak sehingga matriks (metakaolin) tidak mampu untuk mengikatnya. Pada penambahan PK 0,75 gram tidak ada retakan pada filter keramik meskipun ukuran pori yang terbentuk tidak homogen akibat ukuran serbuk AF yang tidak sama setelah digerus.



**Gambar 1.** Filter Keramik dengan variasi Pasir Kuarsa (PK): 1,50 g (a), 1 g (b), dan 0,75 g (c).

**2. Hasil Sintesis Keramik Filter dengan variasi AF**

Selain pengaruh variasi pasir kuarsa, pengaruh variasi aluminium foil (AF) sebagai pembentuk pori dapat dilihat pada Gambar 2. Tampak pori pada filter keramik, dimana terlihat pada penambahan serbuk AF sebesar 0,4 gr sampai dengan variasi 0,1 gr terdapat retakan yang diakibatkan karena banyaknya pori yang terbentuk yang mengakibatkan filter keramik tersebut menjadi rapuh. Sedangkan untuk penambahan AF 0,075 gr terlihat filter keramik yang baik karena tidak adanya retakan pada sampel.

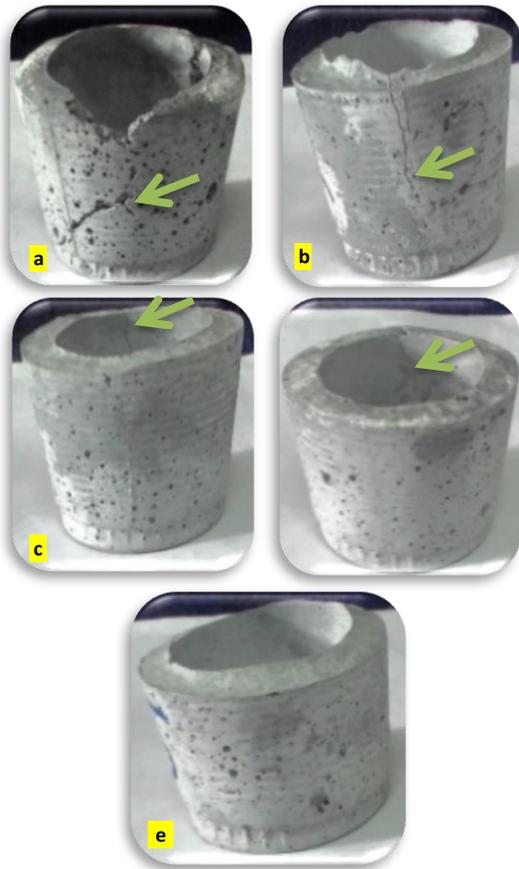


**Gambar 2** Filter Keramik dengan variasi Aluminium Foil (AF) 0,4 g (a), 0,2 g (b), 0,1 g (c) dan 0,75 g (d).

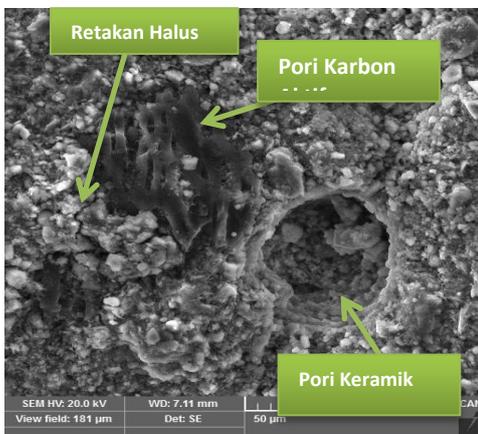
**3. Hasil Sintesis Keramik Filter dengan variasi KA**

Gambar 3 menunjukkan perubahan keramik filter dengan variasi karbon aktif. Dari Gambar tersebut tampak setelah penambahan KA 5 % keramik menjadi retak karena penambahan karbon aktif yang terlalu besar. Begitu pun dengan penambahan KA 4%, 3%, dan 2% mengakibatkan keretakan pada keramik. Sedangkan untuk penambahan 1% tampak tidak

adanya retakan. Sehingga komposisi tepat yang baik adalah pada komposisi karbon aktif 1%. Hasil ini didukung oleh hasil karakterisasi SEM yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5 yang menunjukkan pengaruh penambahan KA.

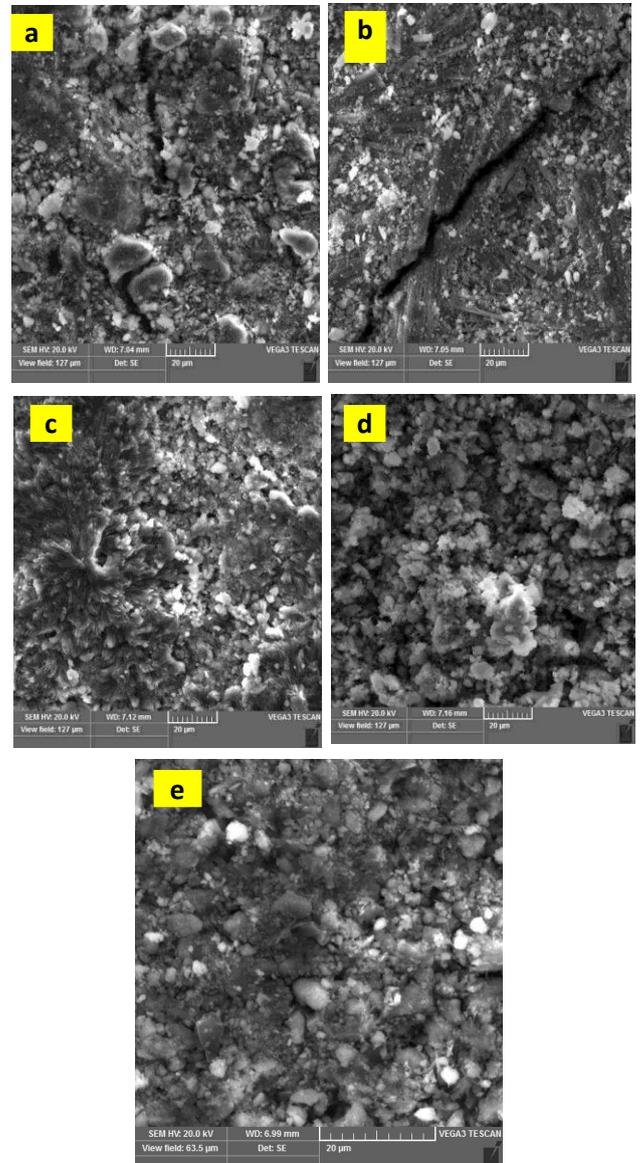


**Gambar 3** Filter Keramik dengan variasi Karbon Aktif (KA) 5% (a), 4% (b), 3% (c), 2% (d), dan 1% (e)



**Gambar 4.** Citra SEM dengan Penambahan KA.

Jadi komposisi KA pada sampel keramik yang paling baik adalah pada penambahan 1 % relatif terhadap massa sampel.



**Gambar 5.** Citra SEM dengan Penambahan KA 5% (a), 4% (b), 3% (c), 2% (d) dan 1% (e)

4. Pengujian Debit Air dari Keramik Filter

Dari hasil pengujian diperoleh waktu yang dibutuhkan untuk meloloskan molekul air sebanyak 10 ml, sehingga diperoleh debit air sebesar :

$$\text{Debit air filter tunggal : } Q = \frac{10 \text{ ml}}{307 \text{ s}} = 0,035 \text{ ml/s}$$

$$\text{Debit air filter ganda : } Q = \frac{10 \text{ ml}}{492 \text{ s}} = 0,02 \text{ ml/s}$$

Debit air yang diperoleh dengan persamaan diatas pada keramik filter tunggal adalah sebesar 0,035 ml/s. Sedangkan untuk untuk filter ganda diperoleh debit air sebesar 0,02 ml/s. Dimana debit air yang diperoleh.

### 5. Pengujian Sampel Air

Pengujian air dilakukan dengan cara sintetik dengan cara melarutkan logam Cu dengan aquades. Perubahan air sebelum filtrasi, filtrasi tunggal, dan filtrasi ganda dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Hasil Uji Air sebelum difilter (a), Filter Tunggal (b), dan Filter Ganda (c)

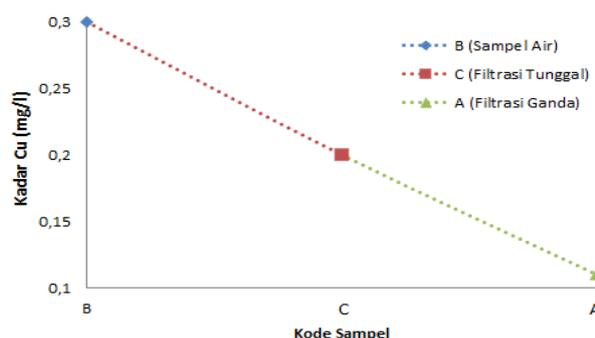
Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian sampel air dimana tampak perubahan warna pada air sebelum difilter (a), filter tunggal (b) dan filter ganda (c). Sampel pada air tampak berwarna oranye yang merupakan logam berat Cu. Sedangkan setelah difilter tampak perubahan air yang semakin jernih pada pada filter pertama akan tetapi masih tampak unsur Cu yang melekat disekitar wadah. Untuk hasil filtrasi ganda

tampak air yang semakin jernih dan tidak ada logam Cu yang melekat disekitar wadah meskipun debit air yang diperoleh lebih besar dibandingkan dengan filtrasi tunggal.

Dari analisis diatas diperoleh hubungan debit air terhadap kualitas air yang diperoleh, dimana semakin besar debit air berarti pori yang dilaluinya cukup besar sehingga partikel Cu dengan ukuran yang cukup besar masih dapat lolos dari filter, terlihat pada Gambar 6-b hasil filtrasi tunggal diperoleh kualitas air yang masih mengandung unsur Cu. Sedangkan untuk debit air yang rendah dimana air dengan ukuran molekul yang lebih kecil membutuhkan waktu yang lebih lama untuk lolos, terlihat pada Gambar 6-c hasil filtrasi ganda diperoleh kualitas yang lebih baik dari filtrasi tunggal. Hal ini didukung oleh data hasil analisis AAS pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Analisis AAS

No	Kode Sampel	Satuan	Kadar Cu
1	A (Filtrasi Ganda)	mg/l	0,11
2	B (Sampel Air)	mg/l	0,30
3	C (Filtrasi Tunggal)	mg/l	0,20



**Gambar 7.** Grafik Hubungan Antara Jenis Filtrasi Terhadap Kadar Cu

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh kadar Cu sebelum difiltrasi sebesar 0,3 mg/l, dan setelah melalui filtrasi tunggal, kadar Cu berkurang menjadi 0,20 mg/l. Begitu pula setelah di filtrasi ganda dimana kadar Cu berkurang menjadi 0,11 mg/l. Adapun hubungan jenis filtrasi dengan

kadar Cu dapat dilihat pada Gambar 7. Berdasarkan Gambar 7 tersebut, tampak bahwa kadar Cu semakin berkurang secara linear. Dari hasil analisis tersebut dapat dibuktikan bahwa dengan menggunakan keramik filter, logam Cu yang terkandung pada air dapat disaring dengan baik oleh keramik filter ganda.

## SIMPULAN

Berdasarkan Hasil Penelitian maka dapat disimpulkan:

- a. Struktur mikro keramik filter menunjukkan terbentuknya pori yang berasal dari aluminium foil dimana pori yang terbentuk cukup besar. Selain itu tampak pula pori yang berukuran  $\pm 5 \mu\text{m}$  yang berasal dari pori karbon aktif yang dapat menyerap logam berat pada air sumur.
- b. Pengaruh penambahan KA pada keramik akan menyebabkan retakan halus, dimana jika penambahan KA terlalu banyak dapat menyebabkan keramik menjadi rapuh. Dari hasil analisis penambahan KA yang baik adalah 1% relatif terhadap massa sampel.
- c. Debit air yang diperoleh keramik filter tunggal lebih besar dibandingkan dengan filter keramik ganda, dimana debit air sebesar 0,035 ml/s untuk filtrasi tunggal, sedangkan untuk keramik filter ganda sebesar 0,020 ml/s, tetapi kualitas air yang dihasilkan keramik filter ganda lebih baik dibanding keramik filter tunggal, bila ditinjau dari kandungan Cu yang diloloskan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Abiriga, F. 2014. *Water Purification by Double Filtration Using Ceramic Filters*. Environment and Natural Resources Research, Vol.4(2). Canadian Center of Science and Education.
- Cobb, A. et.all. 2012. *Low-Tech Coconut Shell Activated Charcoal Production*.

International Journal for Service Learning in Engineering. Vol. 7(1), pp 93-104.

- Ferone, C. et.all. 2013. *Application-Oriented Chemical Optimization of a Metakaolin Based Geopolymer: Open Access Materials*. pp 1996-1944.
- Mary, S. 2012. *Studi Pengolahan Air melalui Media Filter Pasir Kuarsa (Studi Kasus Sungai Malimpung)*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Unhas, Makassar.
- Provis et.all. 2005. *Do Geopolymers Actually Contain Nanocrystalline Zeolites A Reexamination of Existing Results*. Chem. Mater pp 3075-3085.
- Rahier, H. et.all. 1996. *Low-temperature synthesized aluminosilicate lasses. I. Low-temperature reaction stoichiometry and structure of a model compound*. Journal of Materials Science 31, 71-79.