

Water Filter Using Ceramic Natural Zeolite Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*)

Sri Mulyo Bondan Respati^{1,*}, Ahmad Choirun Na'im², Imam Syafa'at¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

²Prodi Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim

*Corresponding Author: bondan@unwahas.ac.id

Abstract. The purpose of this study was to determine the results of the effect of water hyacinth charcoal addition on zeolite ceramics applied as a water filter to reduce Total Dissolved Solids (TDS). Porous ceramic membranes, which were currently widely used because they have excellent advantages include heat resistance and good absorption. Natural zeolite rock was one of the cheap ceramic base materials that can be used as a water filter. There was still a lack of filtering results from the natural zeolite ceramics so it was necessary to add another ingredient, one of which was water hyacinth charcoal. Water hyacinth was able to reduce the levels of Fe, Zn, Cu and Hg. This time the research was to make cylindrical porous ceramics. The porous ceramic combustion at 900 °C with the holding time variations of 8 hours and 4 hours. Measurement of specific gravity and porosity using Archimedes method (ASTM C20). The results of this study indicate that the more mixed the water hyacinth charcoal the greater the porosity value, the faster the water flow rate, the best TDS value was at 4 hours holding time where the smaller the water TDS value. this incident was caused by the number of cavities or pores in the ceramic material due to the water hyacinth burning from the sintering process.

Keywords: ceramic membrane, zeolite, water hyacinth, water filter.

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pengaruh arang eceng gondok pada keramik zeolit diaplikasikan sebagai filter air untuk mengurangi Total Dissolved Solids(TDS). Membran keramik berpori yang akhir-akhir saat ini banyak digunakan karena memiliki kelebihan yang sangat bagus diantaranya adalah tahan terhadap panas dan absorpsi yang baik. Batuan zeolit alam salah satu bahan dasar keramik yang murah yang dapat digunakan sebagai penyaring air. Masih kurangnya hasil dari keramik zeolit alam maka perlu adanya penambahan bahan lain salah satunya adalah arang eceng gondok. Arang eceng gondok mampu mengurangi kadar logam Fe, Zn, Cu, dan Hg. Penelitian kali ini melakukan pembuatan keramik berpori berbentuk silinder. Pembakaran keramik berpori pada suhu 900°C dengan variasi holding time 8 jam dan 4 jam. Pengukuran berat jenis dan porositas menggunakan metode Archimedes (ASTM C20). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak campuran arang eceng gondok maka nilai porositas semakin besar, semakin cepat laju aliran air, hasil nilai TDS (Total Dissolved Solid) yang paling bagus adalah pada holding time 4 jam dimana semakin kecil nilai TDS air. kejadian ini disebabkan oleh banyaknya rongga atau pori-pori didalam material keramik dikarenakan arang eceng gondok yang terbakar dari proses sintering.

Kata kunci: membran keramik, zeolit, arang eceng gondok, saringan air.

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Ketersediaan air bersih saat ini yang minim sedangkan kebutuhan akan air bersih semakin banyak, sehubungan kebutuhan aktivitas manusia untuk mandi, minum, dan keperluan lainnya. Tidak semua air bisa digunakan sebagaimana mestinya karena masih berbau, berwarna, dan rasanya pun tidak enak masih mengandung senyawa berbahaya bagi kesehatan.

Pencemaran air yang dilakukan aktivitas rumah tangga menyebabkan terkontaminasinya air

dengan limbah pembuangan. Standar kandungan TDS (*total dissolved solids*) atau kandungan unsur mineral menjadi acuan acuan syarat kriteria air bersih yang perlu diperhatikan. Air yang layak dikonsumsi untuk minum menurut WHO memiliki kadar $TDS < 300 \text{ ppm}$ dan tidak mengandung mineral yang tinggi. [1]. Di daerah purwodadi grobogan merupakan daerah yang kandungan air masih banyak mengandung logam, zat kapur, berbau, dan keruh, pembuangan limbah sembarangan menyebabkan kerusakan lingkungan

hidup, salah satunya adalah air. Air yang terkontaminasi dengan logam berat menjadikan kualitas air tidak steril. Ketersediaan air yang melimpah dan pemanfaatan air yang belum sempurna. Air yang di filter dengan saringan menjadikan kualitas air menjadi lebih baik.

Zeolit adalah kristal aluminosilikat yang memiliki struktur tetrahedral yang terbentuk dari AlO_4 dan SiO_4 yang dihubungkan satu dengan yang lainnya melalui pembagian bersama ion oksigen. Struktur zeolit berbentuk seperti sarang lebah karena strukturnya yang berongga dengan rongga rongga yang berhubungan ke segala arah sehingga permukaan zeolit menjadi luas. Zeolit merupakan mineral multiguna karena memiliki sifat fisika dan kimia yang unik. Memiliki kemampuan adsorbsi dan *molecular sieves*[2]. Respati dkk [3] meneliti tentang keramik zeolit alam-serat ijuk. Hasil yang didapat keramik ini dapat menyaring air dengan menurunkan kadar dalam air tetapi tidak signifikan karena serat ijuk terbakar saat sintering.

Eceng gondok adalah tanaman perairan yang mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan dan berkembang biak secara cepat sehingga kebanyakan masarakat menganggapnya sebagai gulma perairan. Populasi eceng gondok yang sangat besar sering menimbulkan masalah yaitu menurunnya populasi ikan diperairan dan pendangkalan sungai akibat banyak eceng gondok yang mati dan jatuh ke dasar sungai. Meski dianggap gulma ternyata eceng gondok mampu berperan dalam mengurangi kadar logam seperti Fe, Zn, Cu, dan Hg. Selain itu kandungan selulosa dalam eceng gondok kering sekitar 26% yang mampu dikonversi menjadi glukosa. Eceng gondok kering kemudian dihidrolisis menggunakan katalis asam padat yang ramah lingkungan [4].

Keramik berpori adalah keramik yang mempunyai rongga-rongga kecil yang menyebabkan fluida (porinya~30-70%) dapat masuk ke dalam membran. Kelebihan membran keramik berpori adalah selain dapat menyerap fluida, membran keramik berpori juga relatif lebih tahan terhadap perubahan suhu tinggi, korosi, dan kontaminasi bahan lain, sehingga dapat digunakan sebagai media filter yang sangat spesifik. Kualitas suatu produk keramik berpori sangat ditentukan oleh jenis, komposisi, ukuran partikel, dan temperatur sinteringnya [5].

Pada keramik bahan pembuatannya yang terdiri dari batu zeolit dan arang eceng gondok yang dicetak dengan tekanan tertentu untuk menghasilkan keramik berpori. Hal yang perlu diketahui dalam keramik adalah berat jenis dimana material fisik yang menghubungkan antara massa

terhadap volume, kemudian dari kerapatan berat jenis memengaruhi hasil porositas yang menentukan laju alir air dan nilai TDS.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keramik zeolit alam arang eceng gondok dapat digunakan sebagai penyaring air.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan serbuk zeolit alam dan serbuk arang eceng gondok. Serbuk tersebut diayak menggunakan ayakan 80 mesh dan 120 mesh. Serbuk yang dipakai yang lolos 80 mesh tetapi tidak lolos 120 mesh. Pencampuran menggunakan persentase berat arang eceng gondok 0%; 5%; 7,5%, dan 10%. Serbuk yang sudah dicampurkan dibuat green keramik berbentuk silinder dengan ukuran diameter 4,3 cm dan tinggi lebih kurang 3 cm. Tinggi green keramik berbeda karena dengan menggunakan tekanan kompaksi 250 kgf. Green keramik dipanasi pada suhu sintering 900°C dengan tingkat pemanasan (*heating rate*) 5°C/menit. *Holding time* 4 jam dan 8 jam. Pendinginan dibiarkan dalam dapur pemanas sampai suhu kamar kurang lebih 12 Jam. Spesimen keramik diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Spesimen keramik

Parameter yang diukur yaitu penyusutan, berat jenis, porositas, laju aliran dan TDS. Penyusutan e_v dihitung menggunakan dimensi volume green keramik dan volume keramik [3].

$$e_v = \frac{V_g - V_c}{V_g} \quad (1)$$

Dimana:

V_g = volume keramik sebelum dibakar (cm^3).

V_c = volume keramik setelah dibakar (cm^3).

Berat jenis (*density*) ρ keramik dihitung menggunakan berat spesimen dan volume spesimen. [6, 7].

$$\rho = \frac{W \text{ di udara}}{V \text{ total}} \quad (2)$$

Dimana:

$W_{\text{berat di udara}} = \text{massa kering keramik di udara} (\text{g/cm}^3)$

$V_{\text{total}} = \text{volume total keramik} (\text{cm}^3)$

Spesimen berpori diketahui dengan mengukur porositasnya. Porositas terbuka diukur dengan menggunakan prinsip Archimedes [6], yaitu melibatkan volume asli dan volume total.

$$P_{\text{terbuka}} = 1 - \frac{V_{\text{asli}}}{V_{\text{total}}} \times 100\% \quad (3)$$

V_{asli} = volume kenyataan benda aslinya (cm^3)

V_{total} = total volume keramik (cm^3)

Volume asli didapatkan dengan menggunakan persamaan 4 [5].

$$V_{\text{aslinya}} = \frac{W_{\text{di udara}} - W_{\text{didalam air}}}{\rho_{\text{air}}} \quad (4)$$

Dimana:

$W_{\text{di udara}}$ = massa keramik di udara (g).

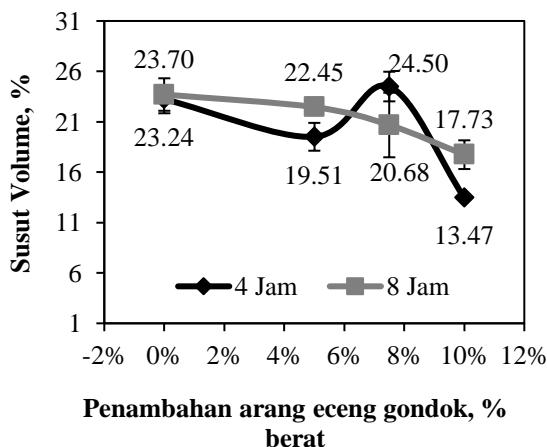
$W_{\text{di dalam air}}$ = massa keramik di dalam air (g).

ρ_{water} = massa jenis air (g/cm^3).

Selain diteliti sifat fisik dari keramik, juga kemampuan keramik dilalui air dengan menggunakan uji laju air. Air bekas penyaringan diuji menggunakan alat TDS

Hasil dan Pembahasan

Penyusutan pada holding time 4 jam dengan holding time 8 jam berbeda. Perbedaan penyusutan dapat dilihat pada Gambar 2.

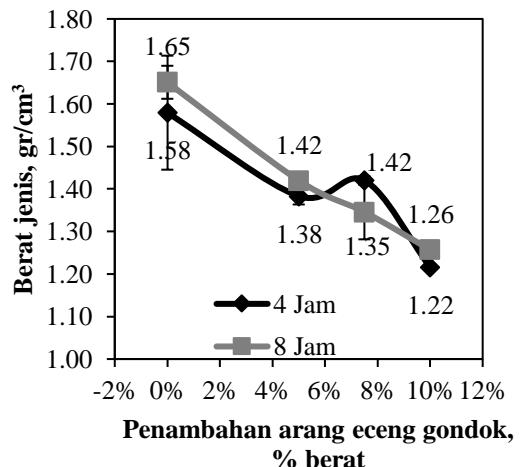


Gambar 2. Penyusutan akibat sintering dengan penambahan arang eceng gondok.

Gambar 2 memperlihatkan pada holding time 4 jam terjadi variatif penyusutan, hal ini disebabkan beberapa keramik yang terlihat belum matang pembakarannya. Sedangkan pada holding time 8 jam terlihat menurun seiring penambahan arang

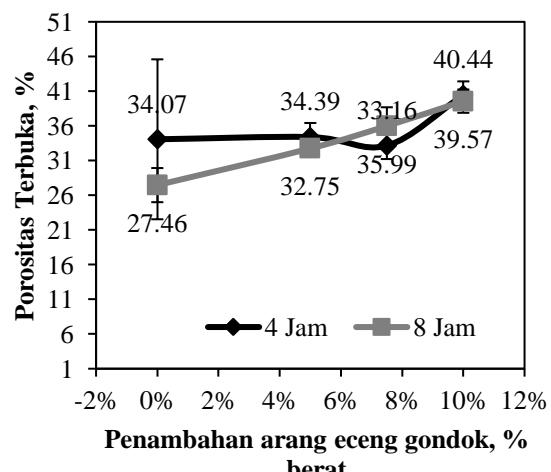
eceng gondok. Pada holding time 8 jam menunjukkan bahwa spesimen sudah matang.

Secara teori akibat dari penyusutan ini akan meningkatkan dari berat jenis keramik karena memiliki volume yang lebih kecil [6]. Untuk mengetahuinya lebih jelas maka diukur berat jenis dari keramik seperti yang digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Berat jenis dengan penambahan arang eceng gondok.

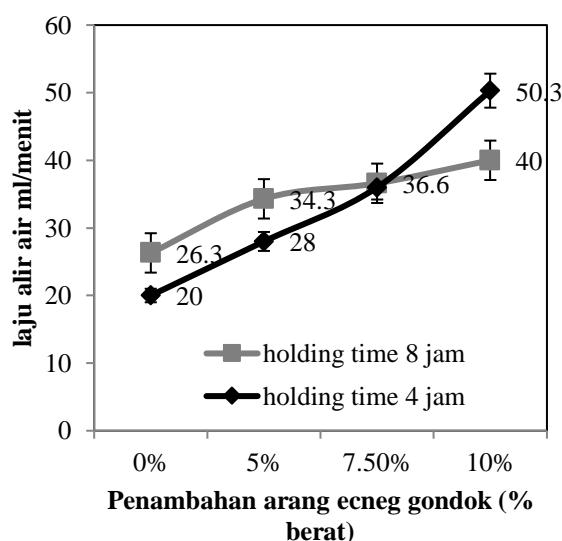
Akan tetapi pada hasil pengukuran berat jenis mengatakan dengan penambahan arang eceng gondok maka semakin turun berat jenisnya. Penurunan berat jenis ini lebih disebabkan oleh berat jenis arang eceng gondok yang lebih ringan dari zeolit. Sehingga penambahan arang eceng gondok akan menurunkan berat jenis keramik. Penurunan berat jenis ini dihubungkan dengan porositasnya. Hasil pengukuran porositas dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Porositas terbuka dengan penambahan arang eceng gondok

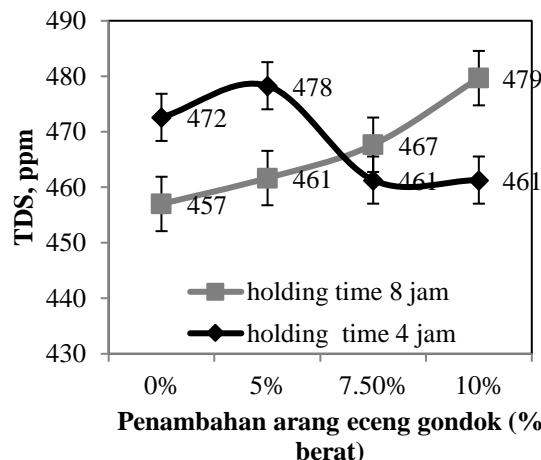
Gambar 4 menunjukkan bahwa porositas terbuka mengalami peningkatan seiring dengan penambahan arang eceng gondok. Hal ini selaras

dengan penurunan dari berat jenisnya. Porositas paling tinggi dialami pada 10% penambahan arang eceng gondok. Ini menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan arang eceng gondok akan semakin banyak porositasnya. Banyaknya porositas ini disebabkan banyak arang eceng gondok yang terbakar menjadi abu sehingga membentuk porositas. Setelah diketahui porositasnya maka perlu adanya pengujian mampu dialiri air supaya dapat digunakan sebagai penyaring air. Adapun hasil uji alir air dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Laju alir air dengan penambahan arang eceng gondok.

Laju alir air memperlihatkan bahwa semakin banyak penambahan arang eceng gondok semakin banyak pula laju aliran air. Banyaknya laju aliran air disebabkan oleh semakin banyaknya porositas pada penambahan arang eceng gondok yang paling banyak. Sedangkan pada holding time 8 jam pada penambahan arang eceng gondok lebih sedikit dibandingkan dengan 4 jam karena lubang dari porositas pada 4 jam lebih lebar dari pada spesimen holding time 8 jam. Dari hasil tersebut keramik zeolit dengan penambahan arang eceng gondok dapat digunakan sebagai penyaring air. Air yang dihasilkan dari penyaringan diukur nilai TDSnya. Hasil pengukuran TDS dapat dilihat pada Gambar 6. Air yang sebelumnya melewati saringan keramik nilai TDS awalnya adalah 484 ppm.



Gambar 6. TDS dengan penambahan eceng gondok

Hasil pengujian TDS pada air setelah disaring dengan keramik *holding time* 8 jam lebih rendah dibandingkan dengan air yang belum disaring, akan tetapi semakin banyak penambahan arang eceng gondok semakin meningkat nilai TDSnya. Arang eceng gondok yang dipanasi sampai 8 jam pada suhu 900°C akan menurunkan sifatnya yang dapat menyaring air karena banyak yang menjadi abu sehingga air dapat melewati tanpa tersaring. Sedangkan hasil TDS pada *holding time* 4 jam dapat digunakan menyaring air dengan dibuktikan semakin banyak penambahan arang eceng gondok semakin turun juga nilai TDSnya meskipun penurunannya tergolong kecil yaitu 23 ppm. Kecilnya pengurangan harga TDS ini disebabkan keramik zeolit alam-arang eceng gondok kurang matang sehingga banyak partikel keramik yang hancur setelah terkena air. Ada kemungkinan jika dimensi dari spesimen jika dikurangi ketebalannya akan lebih baik.

Kesimpulan

Pembuatan keramik zeolit alam-arang eceng gondok yang dapat digunakan sebagai penyaring adalah pada *holding time* 4 jam. Penyaringan air kurang baik karena masih buruknya kualitas dari proses pembuatan keramik.

Penghargaan

Terimakasih sebesar-besarnya kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi.

Referensi

- [1] Zamora, R., Harmadi, Wildian, 2015, Perancangan Alat Ukur Tds (Total Dissolved Solid) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time, *Jurnal Sainstek*, Vol. VII No. 1 : 11-15.

- [2] Saputra, Rodhie., (2006), Pemanfaatan Zeolit Sintesis sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri, <http://warmada.staff.ugm.ac.id/Articles/rodhie-zeolit.pdf>
- [3] Respati, S. M. B., Soenoko, R., Irawan, Y. S., Suprapto, W., Wicaksono, D. K., Purwanto, H., (2018), The effect of palm fibers addition on density, porosity, water discharge and TDS of the natural zeolite ceramic, *AIP Conference Proceeding*, doi: 10.1063/1.5042927, pp. 030007-1-030007-6.
- [4] Anggraeni, P., Addarojah, Z., Anggoro, D. D., (2013), Hidrolisis Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipe*) menjadi Glukosa dengan Katalis Arang Aktif Tersulfonasi, *Jurnal Teknik Kimia dan Industri*, Vol. 2, No. 3. Hal. 63-69
- [5] Sandra, O. K., Budi, A. S., Susilo, A. B., (2014). Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Densitas dan Porositas pada Membran Keramik Berpori Berbasis Zeolit, Tanah Lempung, Arang Batok Kelapa, dan Polyvinylalcohol (PVA), *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng & DIY*, Yogyakarta, Hal 392-395
- [6] Respati, S. M. B., Soenoko, R. Irawan, Y. S., Suprapto, W., Saputra, W. B., and Purwanto, H., (2017), Capillary Velocity of Natural Zeolite Porous Ceramic with Difference Sintering Temperatures, *MM Science Journal*, June Issue, pp. 1803-1805.
- [7] Berger, B., 2010, The Importance and Testing of Density/ Porosity/ Permeability/ Pore Size for Refractories, The Southern African Institute of Mining and Metalurgy Refractories Conference. 101-116.