

ANALISIS FILTER KERAMIK BERPORI BERBASIS ZEOLIT ALAM DAN ARANG SEKAM PADI DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN PARTIKEL AIR SUMUR GALIAN

Alam Nasroh Mahfuzin*, Sri Mulyo Bondan Respati dan Muhammad Dzulfikar

Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang

Jl. Menoreh Tengah X/22 Sampangan Semarang 50236

*Email: alamnashroh457@gmail.com

Abstrak

Di Indonesia membran dari keramik berpori akhir-akhir ini mulai meningkat penggunaannya, karena membran dari keramik mempunyai kandungan kimia yang bagus, tahan terhadap panas dan kekuatan yang stabil. Bahan dan proses yang mahal membuat membran keramik mempunyai harga yang mahal. Sedangkan arang sekam padi sering dijumpai, mempunyai kemampuan daya serap (absorpsi) yang baik. Penelitian ini bertujuan mencampurkan bahan zeolit alam dan arang sekam padi untuk dibuat membran keramik berpori dengan harga murah. Campuran dari zeolit alam dan arang sekam padi ini dapat dipakai sebagai membran karena sifatnya yang unik secara fisika, kimia dan bersifat adsorben terhadap cairan. Zeolit alam dan arang sekam padi dicoba untuk dibuat membran keramik berpori. Pembakaran keramik berpori dilakukan pada suhu 900°C. Pada penelitian ini keramik berpori berbentuk silinder dan dapat diteliti porositas, mampu alir dan nilai TDS. Metode Archimedes digunakan untuk pengukuran densitas dan porositas. Uji laju aliran air dan Uji nilai TDS (Total Dissolved Solid). Dari pengujian yang dilakukan dapat diketahui, semakin banyak arang sekam padi sehingga nilai porositasnya semakin besar. laju aliran air semakin cepat dan nilai TDS air semakin kecil. Pada proses sintering arang sekam padi terbakar sehingga timbul rongga atau pori-pori di dalam material keramik. Hasil pengujian ICP menunjukkan penurunan yang signifikan terhadap unsur logam dimandikan air sebelum dilakukan penyaringan.

Kata kunci: arang sekam padi, sifat fisik, zeolit murni

PENDAHULUAN

Kehidupan makhluk hidup sangat membutuhkan sumber daya air. Sumber daya tersebut sangat dibutuhkan untuk kebutuhan sehari-hari, sebagai sumber energi (pada PLTA), dan juga sebagai sarana transportasi. Air terdapat 2 jenis, yaitu air bersih dan air kotor (keruh). Air bersih ialah yang mempunyai kualitas yang baik yang bisa digunakan oleh manusia untuk kegiatan sehari-hari. Dan telah diketahui bahwa air kotor ialah air yang sangat berbahaya untuk digunakan untuk sehari-hari.

Zeolit ialah suatu kelompok mineral yang dihasilkan dari proses hidrotermal pada batuan beku basa. Mineral ini biasanya dijumpai mengisi celah-celah ataupun rekahan dari batuan tersebut. Selain itu zeolit juga merupakan endapan dari aktivitas vulkanik yang banyak mengandung unsur silika.

Keramik berpori merupakan keramik yang terdapat pori-pori kecil sehingga fluidanya (porinya ~30-70%) bisa mengisi membran tersebut. Membran keramik mempunyai kelebihan seperti, tahan terhadap korosi, perubahan suhu tinggi dan tahan terhadap kontaminasi bahan lain. Maka bisa digunakan sebagai bahan filter yang spesifik. Komposisi,

ukuran partikel, dan temperatur sintering adalah beberapa faktor untuk menentukan kualitas keramik berpori tersebut (Karina, 2014).

Beberapa unsur kimia yang terkandung pada sekam padi terdapat (9,02%) kadar air, (3,03%) protein kasar, (1,18%) lemak, (35,68%) serat kasar, (17,17%) abu, (33,71%) karbohidrat, (1,33%) karbon (zat arang), 1,54% hidrogen, (33,64%) oksigen, dan (16,98%) silika. Luas permukaan partikel dapat digunakan untuk menentukan daya serap. Arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia jika dilakukan aktivasi dengan bahan-bahan kimia dan pemanasan dengan temperatur tinggi sehingga arang akan mempunyai kemampuan tinggi. Arang tersebut disebut sebagai arang aktif. (Margono, 2010)

Untuk itu, dalam penelitian kali ini akan dirancang suatu keramik berpori dengan menggunakan bahan zeolit alam dan arang sekam padi yang kemudian akan ada variasi campuran bahan tertentu, melewati proses pengepresan dengan tekanan tertentu, dan di sintering dengan suhu sintering tertentu. Bahan filter tersebut bersifat keporian yang berasal dari bahan keramik setelah melewati proses sintering. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk

mengetahui persentase penggunaan arang sekam padi terhadap sifat fisik pada bahan material keramik berpori berbasis zeolit alam dan arang sekam padi, mengetahui laju aliran air dan nilai TDS pada air dengan hasil saringan keramik berpori berbasis zeolit alam dan arang sekam padi.

Zeolit

Zeolit adalah mineral kristal alumina silika berongga ter hidrat yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi terbentuk dari tetrahedral $[SiO_4]^{4-}$ dan $[AlO_4]^{5-}$. $[SiO_4]^{4-}$ dan $[AlO_4]^{5-}$ dihubungkan oleh atom-atom oksigen, menghasilkan struktur tiga dimensi terbuka dan berongga yang di dalamnya diisi oleh atom-atom logam, biasanya logam-logam alkali dan molekuler air yang dapat bergerak bebas. Untuk menghitung Struktur zeolit dapat dengan rumus

$$M_{x/n} [(AlO_2)_x (SiO_2)_y] \cdot wH_2O,$$

dimana:

- M = kation alkali (alkali tanah)
- n = jumlah variasi kation
- w = banyaknya molekul air per satuan unit sel
- x, y = angka total tetrahedral persatuan unit sel nisbah y/x biasanya bernilai 1 - 5, meskipun ditemukan juga zeolit dengan nisbah y/x antara 10 - 100.

Arang Sekam Padi

Pada proses penggilingan padi bagian terluar dari padi adalah sekam padi. Sekam padi mempunyai berat 20% dari bobot padi dan abu sekam yang hasilkan setiap kali sekam dibakar terdapat 15% dari komposisi sekam. (Hara, 1986). 94 - 96% adalah nilai umum kandungan silika yang ada pada abu sekam. jika nilainya mendekati atau dibawah 90% maka bahan tersebut sudah terkontaminasi dengan zat lain, sehingga kandungan silikanya rendah. Di dalam sekam terdapat silika yang berbentuk Amorf terhidrat. (Houston, 1972). Dari silika sekam akan terbentuk fasa kristobalit dan tridimit jika dilakukan pembakaran secara terus menerus pada suhu di atas 650°C karna akan menaikkan kristalinitas (Hara, 1986).

Lemma dan Palea adalah dua belahan sekam padi yang membungkus butir gabah. 16,3 – 28% sekam akan dihasilkan pada proses penggilingan gabah. Sekam diklasifikasikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk kebutuhan seperti bahan baku industri dan energi (Fuad dkk., 1993).

METODOLOGI PENELITIAN

Proses yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara bereksperimen. Proses pada pembuatan membran keramik berpori ini adalah:

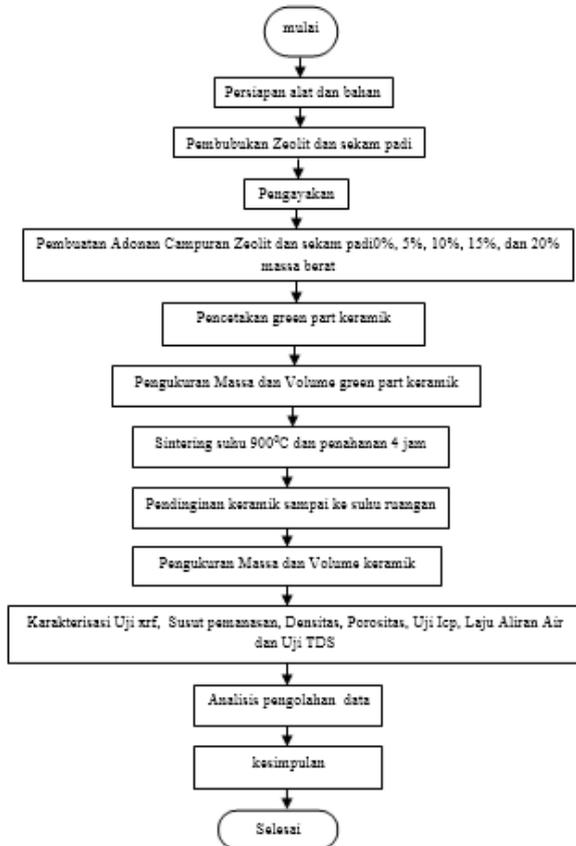
1. Persiapkan alat dan material bahan: sebelum melakukan penelitian untuk mengetahui kondisi alat-alat yang akan digunakan, ada baiknya terlebih dahulu melakukan pengecekan terhadap alat-alat apakah sesuai dengan fungsinya. Setelah pengecekan alat selesai, kemudian siapkan bahan yang akan digunakan.
2. Pembubukan: pada penelitian kali ini bahan zeolit dan arang sekam padi masih berbentuk batuan dan arang, maka dari itu dilakukan proses pembubukan untuk mengubah menjadi butiran.
3. Pengayakan: selanjutnya untuk mendapatkan butiran yang sama maka dilakukan pengayakan dengan ukuran 80 mesh tidak lolos 120 mesh.
4. Pembuatan adonan: pada proses ini bubuk zeolit dan arang sekam padi yang sudah satu ukuran selanjutnya dibuat adonan dengan menggunakan media air sebagai perekat, kemudian siap untuk di cetak. Adapun variasi komposisi kedua campuran bahan baku dibuat berdasarkan perbandingan % massa berat, seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi komposisi zeolit dan arang sekam padi

Zeolit (%massa berat)	Arang Sekam Padi (% massa berat)
100	0
95	5
90	10
85	15
80	20

5. Pencetakan: setelah campuran adonan zeolit dan arang sekam padi jadi, kemudian dicetak menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan ϕ lubang cetakan berdiameter 32 mm dan tinggi cetakan 15 mm. Masukkan adonan dalam cetakan hingga penuh lalu tekan dengan tuas kemudian di press dengan tekanan 400 kg/cm² dengan penahanan waktu 5 menit. Setelah proses pengepresan selesai keluarkan *green part* dari cetakan, semua sampel yang dibuat melewati proses dan perlakuan yang sama.

6. Selanjutnya pengukuran massa berat dan volume green part tersebut.
7. *Sintering*: Setelah pencetakan sampel selesai, kemudian sampel dilakukan proses *sintering* menggunakan *furnace* dengan tingkat pemanasan 5 °C/menit penahanan suhu *sintering* selama 4 jam dengan suhu *sintering* 900 °C.
8. Lakukan pendinginan hingga suhu kamar yaitu dengan mematikan *furnace* tanpa membukanya (pendinginan dilakukan di dalam *furnace*). Hal ini dilakukan untuk menghindari kemungkinan terjadi retakan pada sampel yang diakibatkan oleh perubahan suhu secara drastis.
9. Lakukan pengukuran massa berat dan volume keramik.
10. Karakterisasi: sampel yang telah dibuat dilakukan karakterisasi untuk analisis pengaruh kandungan arang sekam padi dalam menurunkan partikel dalam air sumur galian.
11. Analisis: untuk mengolah data yang sudah diambil pada saat penelitian.
12. Kesimpulan: setelah dilaksanakan analisis dapat ditarik kesimpulan.



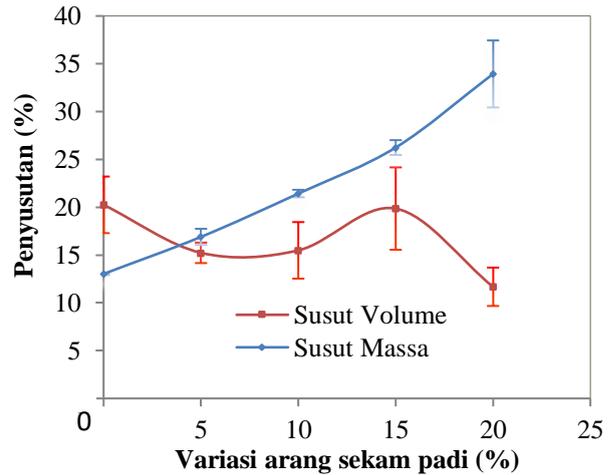
Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan 5 variasi pencampuran bahan dan 3 sampel yang telah dibuat. Berikut hasil karakterisasi pengujian susut pemanasan, densitas, porositas, laju aliran air dan nilai TDS.

a. Susut pemanasan

Pengujian susut pemanasan ada 2 yaitu susut volume dan susut massa. Hasil data susut pemanasan tersebut dapat dilihat digambar grafik 1.



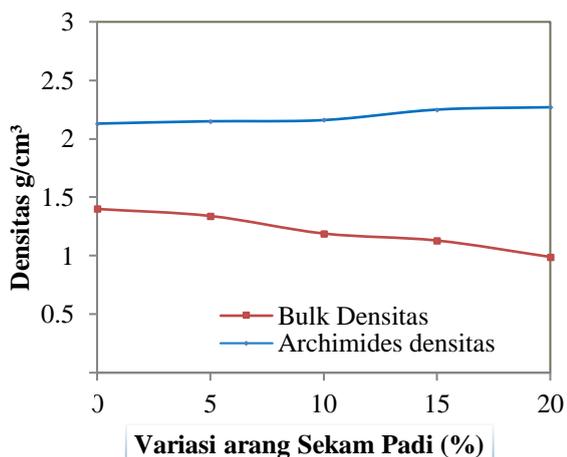
Gambar 2. Susut pemanasan

Dari gambar 2 dapat diketahui hasil susut volume dan susut massa berbanding lurus yaitu semakin banyak campuran arang sekam padi maka semakin besar penyusutan terhadap volume dan massa pada material keramik tersebut, ini dikarenakan arang sekam padi yang terdapat di dalam material keramik terbakar pada saat proses *sintering* dan menimbulkan rongga atau pori-pori di dalam material keramik tersebut. Sehingga berat pada material keramik mengalami penyusutan. Susut pemanasan menyebabkan hilangnya air yang dikandung bahan keramik dan antar butiran zeolit dan arang sekam padi yang saling mengikat.

b. Densitas

Pengujian densitas ada 2 yaitu *bulk* densitas dan Archimedes densitas. Hasil data densitas tersebut dapat dilihat digambar grafik 2.

Dari hasil melihat data dan grafik 2 menunjukkan bahwa nilai *bulk* densitas terkecil pada campuran dengan perbandingan 80% zeolit dan 20% arang sekam padi. Terbesar terjadi pada perbandingan zeolit dan arang sekam padi 0%. Jadi semakin sedikit campuran arang sekam padi semakin tinggi nilai kerapatannya.

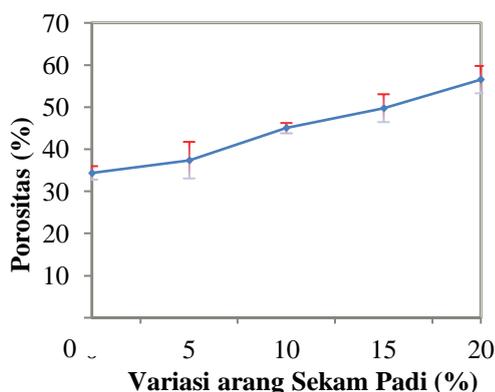


Gambar 3. Densitas

Sedangkan pada Archimedes densitas terkecil dengan perbandingan zeolit dan arang sekam padi 0%. Terbesar terjadi pada perbandingan zeolit dan arang sekam padi 20%. Sehingga semakin banyak campuran arang sekam padi maka nilai Archimedes densitas semakin tinggi dan nilai kerapatannya semakin kecil. Karena nilai densitas berpengaruh terhadap porositas dari suatu material keramik. Semakin banyak persentase arang sekam padi maka semakin kecil nilai kerapatan dari material keramik tersebut

c. Porositas

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ruang kosong atau pori-pori yang terdapat pada material keramik. Pengujian ini menunjukkan bahwa adanya gelembung air yang keluar dari material keramik. Hasil data porositas tersebut dapat dilihat digambar grafik 3.



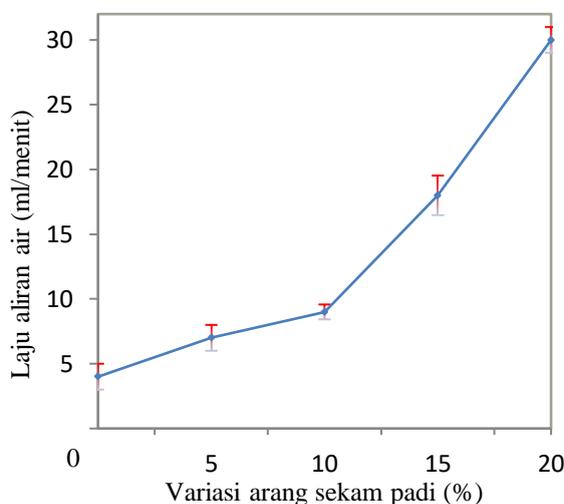
Gambar 4. Porositas

Dari hasil data dan melihat gambar 4. menunjukkan dimana persentase campuran antara zeolit dan arang sekam padi sangat berpengaruh terhadap hasil porositas. Sehingga

dapat diketahui bahwa semakin banyak arang sekam padi yang terkandung pada material keramik maka nilai porositas material tersebut akan semakin tinggi nilai porositasnya dikarenakan material tersebut terdapat banyak rongga atau pori-pori yang dihasilkan dari arang sekam padi yang terbakar ketika proses *sintering*. Secara fisik penggunaan campuran arang sekam padi juga akan berpengaruh terhadap berat maupun volume keramik tersebut.

d. Uji laju aliran air

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jumlah air yang dihasilkan dengan waktu yang sudah ditentukan. Adapun grafik dari hasil data uji laju aliran air tersebut ditampilkan dalam grafik 4.

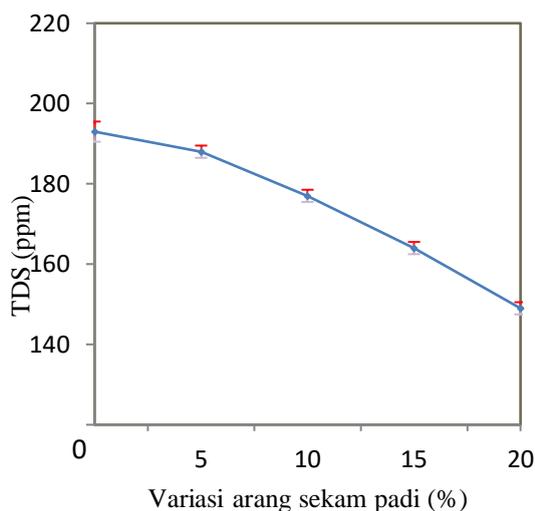


Gambar 5. Uji laju aliran air

Dari Gambar 5. Dapat dilihat data dan grafik dimana semakin banyak persentase campuran arang sekam padi maka semakin cepat pula laju aliran air ketika proses penyaringan. Terbakarnya arang sekam padi pada saat proses *sintering* menyebabkan timbulnya rongga atau pori-pori di dalam material keramik tersebut.. Terjadinya pengikatan antara zeolit alam dan arang sekam padi selama proses *sintering*, sehingga terjadi rongga di dalam material keramik.

e. Uji TDS air

Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan air sumur galian di Kabupaten Semarang sebelum dan sesudah disaring menggunakan keramik berbasis zeolit alam dan arang sekam padi. Yang semula nilai TDS air sanitasi adalah 201 ppm. Hasil data uji TDS tersebut dapat dilihat digambar grafik 5.



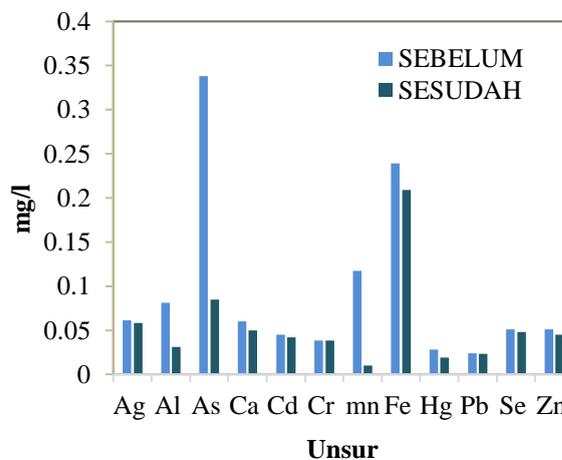
Gambar 6. Uji TDS air

Dari gambar 6. data menunjukkan hasil pengujian TDS air mengalami penurunan nilai ppm yang dipengaruhi oleh penambahan arang sekam padi yang berbeda-beda. Hasil tersebut dapat diketahui bahwa semakin banyak penambahan arang sekam padi pada keramik berbasis zeolit alam, maka semakin kecil nilai ppm dan hasil penyaringan air yang dihasilkan akan semakin baik karena nilai ppm air dapat diketahui dari nilai ppm yang semakin kecil. Hal ini disebabkan karena arang sekam padi sebagai karbon aktif yang sangat baik dan sebagai absorben atau penyerap zat-zat yang melewati arang tersebut. Tetapi hasil penyaringan ini menunjukkan nilai ppm air sanitasi tidak air murni ataupun layak minum. Banyak faktor lainnya untuk menentukan apakah air itu sehat atau tidak dan TDS hanya salah satu alat untuk mengukur ppm air itu bersih atau tidak.

f. Uji ICP

Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan partikel air sumur galian di Kabupaten Semarang sebelum dan sesudah disaring menggunakan keramik berbasis zeolit alam dan arang sekam padi. Adapun diagram dari hasil data uji ICP tersebut ditampilkan dalam gambar 7. Menurut hasil diagram diatas, kandungan As pada air hasil penyaringan terlihat mengalami penurunan secara signifikan yaitu 0,338 mg/L menjadi 0,085 mg/L. Selain itu, kandungan Fe dan Al pada air hasil penyaringan juga mengalami penurunan secara signifikan yaitu 0,239 mg/L menjadi 0,209 mg/L dan 0,081 mg/L menjadi 0,031 mg/L. Meskipun mengalami penurunan, Kandungan besi yang melebihi 1,0 mg/L dapat

menimbulkan rasa dan bau. Sedangkan menurut Permen kes RI tahun 2010, kandungan Fe pada air tidak boleh melebihi 0,3 mg/L.



Gambar 7. Diagram Uji ICP-OES

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat dari pengujian dan analisa data serta pembahasan tentang pengaruh arang sekam padi terhadap sifat fisik, mampu alir dan kemurnian air pada keramik berpori berbasis zeolit alam dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada pengujian susut pemanasan dilakukan dua pengujian yaitu susut volume dan susut massa. Hasil tertinggi susut volume pada pencampuran arang sekam padi 0% yaitu 20,25% dan pada susut massa campuran sekam padi 20% yaitu 33,94%. Pada pengujian densitas dilakukan dengan dua pengujian yaitu *bulk* densitas dan *Archimedes* densitas dengan hasil pengujian *Archimedes* densitas lebih besar dibandingkan dengan hasil *bulk* densitas. Hasil *bulk* densitas tertinggi pada pencampuran arang sekam padi 0% yaitu 1,4%. Sedangkan *Archimedes* densitas tertinggi pada pencampuran arang sekam padi 20% yaitu 2,26%. Pada pengujian porositas diketahui bahwa nilai porositas tertinggi terjadi pada penambahan arang sekam padi 20% adalah 56,53%. Dari hasil analisa diketahui bahwa semakin tinggi nilai porositas yang dihasilkan maka semakin rendah nilai densitasnya.
2. Pada pengujian laju kecepatan aliran air diketahui bahwa semakin banyak penambahan arang sekam padi maka semakin tinggi laju aliran air yang didapatkan. Hasil laju aliran air tertinggi terdapat pada pencampuran arang sekam

padi 20% yaitu 30 ml/menit. Pada pengujian TDS air ini diketahui bahwa semakin banyak campuran arang sekam padi maka semakin baik nilai kemurnian air dan menghilangkan kandungan logam di dalam air. Hasil TDS air terbaik terdapat pada pencampuran arang sekam padi 20% yaitu 149 ppm.

3. Pada hasil uji ICP-OES, keramik berpori berbasis zeolit alam dan arang sekam berhasil menurunkan kandungan unsur logam, hasil penyaringan membran dimana unsur tersaring paling signifikan adalah arsen, Al, Fe, Mn, dan Hg.

DAFTAR PUSTAKA

- Berger, B., 2010. *The Importance and Testing of Density, Porosity, Permeability, Pore Size for Refractories*, The Southern African Institute of Mining and Metallurgy Refractories.
- Fuad, Abdullah. Wardhani, Kusuma, 1993, *Dinamika Pertumbuhan Kristal Pada Silika Sekam Padi*, FMIPA, UM. Malang.
- Houston, D.F, 1972, *Rice Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemist. Inc, Minnesota.
- Hara, et-al, 1986. *Utilization of Agrowastes for Building Materials*, International research and Development Cooperation division, AIST, MITI, Japan.
- Margono, 2010. *Kridha Nirmala*, POLTEKES Kemenkes, Surabaya.
- Sandra., Karina Okky. 2014. *Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Densitas dan Porositas pada Membran Keramik Berpori Berbasis Zeolit, Tanah Lempung, Arang Batok Kelapa dan Polyvinylalcohol (PVA)*. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta.