

PENGARUH KOMPOSISI ADITIF SEKAM PADI TERHADAP UKURAN PORI, LUAS PERMUKAAN DAN POROSITAS MEMBRAN KERAMIK

Sisnayati^{1*}, Ria Komala¹, dan Retno Suryani¹

¹Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Tamansiswa
Jl. Tamansiswa No. 261 Palembang 30126
Email: sisnayati@unitaspalembang.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat membran keramik dengan penambahan bahan aditif sekam padi pada berbagai komposisi dan mempelajari pengaruh penambahan aditif tersebut terhadap ukuran pori, luas permukaan dan porositas membran yang dihasilkan. Membran keramik dirancang berbentuk tube, dibuat dari campuran tanah liat, serbuk besi dan sekam padi dengan diameter dalam 5 cm, diameter luar 6 cm, ketebalan 1 cm dan panjang 25 cm. Membran keramik setelah dicetak terlebih dahulu, kemudian dikeringkan pada temperatur kamar selama 7 hari, selanjutnya disintering pada temperatur 900°C selama 9 jam. Membran yang diperoleh dianalisis morfologi permukaannya dengan analisis SEM-EDS dan analisis BET. Dari hasil uji SEM diperoleh bahwa semakin banyak penambahan sekam padi, pori yang terbentuk juga akan semakin banyak dan terlihat masih kurang seragam (asimetrik), berstruktur random dan terdistribusi merata di permukaan. Sedangkan dari hasil uji BET, semakin banyak sekam padi yang ditambahkan pada membran maka ukuran pori dan porositas membran akan semakin besar namun luas permukaannya akan semakin kecil. Membran yang memiliki ukuran pori yang paling kecil adalah membran yang memiliki komposisi 87.5% tanah liat, 10% aditif sekam padi dan 2.5% serbuk besi, yaitu 2,8 µm, dengan luas permukaan 45,38 m²/g dan porositas 35,95%.

Kata kunci: Membran keramik, tanah liat-serbuk besi-sekam padi, SEM-EDS, BET.

Abstract

This study aims to make ceramic membranes with the addition of rice husk additives in various compositions and study the effect of adding the additives to the pore size, surface area and porosity of the produced membrane. The ceramic membrane is designed in the form of a tube, made from a mixture of clay, iron powder and rice husk with a diameter of 5 cm, an outer diameter of 6 cm, a thickness of 1 cm and a length of 25 cm. Ceramic membrane after first printing, then dried at room temperature for 7 days, then sintered at 900 °C for 9 hours. The produced membranes were analyzed for surface morphology with SEM-EDS analysis and BET analysis. Based on the results of the SEM test, it was found that the more rice husk addition, the more formed pores will be and it looks asymmetric, randomly structured and evenly distributed on the surface. Whereas from the BET test results, the more rice husks are added to the membrane, the larger the pore size and porosity of the membrane, but the smaller the surface area will be. Membranes that have the smallest pore size are membranes which have a composition of 87.5% clay, 10% rice husk additives and 2.5% iron powder, which is 2.8 µm, with a surface area of 45.38 m²/g and porosity 35.95%

Keywords: membrane ceramic, clay-iron dust-rice husk, SEM-EDS, BET.

1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara agraris yang menghasilkan padi sebagai produk utamanya. Produksi gabah pada tahun 2017 mencapai 82,3 juta ton. Pertumbuhan produksi beras nasional pada periode 2014-2017 mencapai 4,74% per

tahun (Badan Pusat Statistik, 2017). Selain menghasilkan beras, panen gabah juga menghasilkan sekam dengan perbandingan gabah-sekam adalah 1 : (0,21-0,25) (Hasbullah dan Dewi, 2009). Artinya setiap ton gabah yang dihasilkan akan menyisakan sekam padi

sebanyak 0,21 – 0,25 ton. Jadi banyaknya sekam padi pada tahun 2017 sebesar \pm 19 juta ton dan jumlah ini akan terus meningkat seiring meningkatnya produksi padi. Namun limbah sekam padi belum dimanfaatkan secara optimal karena sifatnya yang abrasive, kamba (*bulky*) dan tidak dapat diolah menjadi pakan ternak maupun kertas (Prasetyo dkk, 2017).

Maka karena itu, diperlukan teknik pengolahan limbah sekam padi yang tepat. Sekam dapat diolah menjadi berbagai macam produk untuk beragam industri, salah satunya yaitu sebagai bahan baku campuran untuk pembuatan membran keramik karena adanya kandungan silika (SiO_2) dalam sekam serta kadar selulosa yang cukup tinggi dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil (Deng et al, 2018). Disamping itu sekam juga memenuhi syarat untuk dapat dijadikan sebagai bahan aditif pembuatan membran keramik karena pada saat sintering, sekam tidak meninggalkan abu dan tar sehingga akan dapat membentuk pori membran (Larbot et al, 2012). Kelebihan membran keramik terletak pada stabilitas termalnya yang baik, tahan terhadap senyawa kimia, degradasi biologis ataupun mikroba dan relatif mudah untuk dibersihkan dengan cleaning agent (Amin et al, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat membran keramik dengan penambahan bahan aditif sekam padi pada berbagai komposisi dan mempelajari pengaruh penambahan aditif tersebut terhadap ukuran pori, luas permukaan dan porositas membran yang dihasilkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Sapei et al. (2015) mempelajari pengaruh temperatur selama proses perlakuan awal sekam padi menggunakan asam asetat terhadap karakteristik silika yang dihasilkan. Luas permukaan spesifik silika amorf tertinggi sebesar $232 \text{ m}^2/\text{g}$ diperoleh dari proses leaching pada temperatur 75°C .

Karakterisasi membran dengan campuran arang tempurung kelapa (silika 0 gram, 1 gram, 3 gram, 5 gram), PEG, PVA, Na_2SiO_3 , HNO_3 dan aquades menghasilkan membran berpori dengan ukuran rata-rata pori-pori adalah 385.1 nm , $1.59 \mu\text{m}$, $1.55 \mu\text{m}$ dan 375.6 nm dengan porositas 6,67% (Mufid dan Hastuti, 2013). Studi tentang membran anorganik dengan menggunakan bahan dasar utama zeolit alam, silika, dan batu kapur menghasilkan membran berpori dengan ukuran pori dalam kisaran $0,1 - 3,0 \mu\text{m}$ (Arief et al, 2013).

Membran keramik yang dibuat dengan teknik solid-state terbuat dari abu sekam padi komersial sebagai sumber silika (SiO_2) dan agen pembentukan pori dengan alumina (Al_2O_3) bubuk. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, dengan meningkatkan kandungan abu sekam

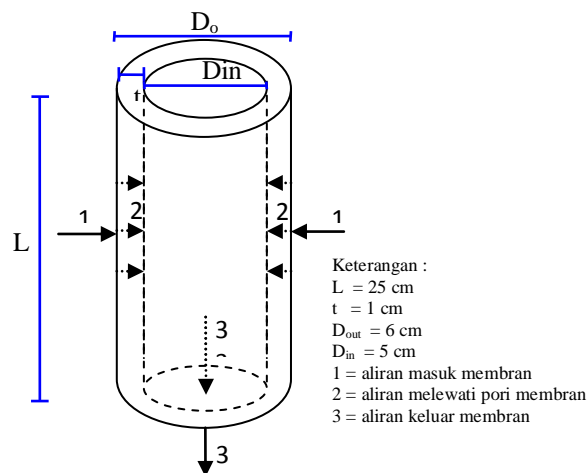
padi dari 10 hingga 50% berat, terjadi peningkatan porositas dari 42,92% menjadi 49,04% (Ali et al, 2017). Pembuatan membran keramik berpori dari sekam padi dengan bahan pengikat sukrosa menghasilkan pori yang random dengan ukuran pori $4 \mu\text{m}$ dan porositas 20–66% (Mohanta et al, 2014).

Membran keramik yang terbuat dari tanah liat : dedak padi : serbuk besi dengan komposisi berturut-turut 77,5% : 20% : 2,5% dan 87,5% : 10% : 2,5% menghasilkan membran keramik berpori dengan ukuran pori $7,84 \mu\text{m}$ dan $1,09 \mu\text{m}$ dan porositas sebesar 41,96% dan 43,95%. Membran ini diaplikasikan untuk penuruan cadmium dalam air limbah industri pulp (Sisnayati, 2015). Pembuatan membran keramik yang berbasis tanah liat, karbon aktif tandan kosong kelapa sawit, dan serbuk besi dengan berbagai variasi komposisi menggunakan proses milling menghasilkan ukuran pori membran terkecil 298 nm dan luas permukaan terbesar $14,63 \text{ m}^2/\text{g}$ pada komposisi 87,5% tanah liat, 10% karbon aktif tandan kosong kelapa sawit dan 10% serbuk besi (Sisnayati et al, 2017).

Membran keramik berpori dengan berbagai kelebihan dapat menurunkan biaya operasi dan menyiapkan membran dengan permeabilitas dan daya selektifitas yang tinggi (Wu et al, 2015).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Membran keramik dirancang berbentuk tube, dibuat dari campuran tanah liat, serbuk besi dan sekam padi dengan diameter 5 cm, diameter luar 6 cm, ketebalan 1 cm dan panjang 25 cm. Housing membran terbuat dari fiber glass dengan diameter luar 9 cm, diameter dalam 8,5 cm dan panjang 30 cm. Secara skematik membran keramik yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Skema membran keramik yang dibuat

Air limbah yang akan difitrasi dengan membran keramik akan dialirkan menuju dinding membran (1). Kemudian dengan adanya tekanan yang digunakan pada proses filtrasi, air limbah akan dipaksakan masuk melewati pori pada dinding membran (2). Setelah itu air sungai yang sudah difiltrasi akan keluar dari dinding membran bagian dalam sebagai permeatnya (3).

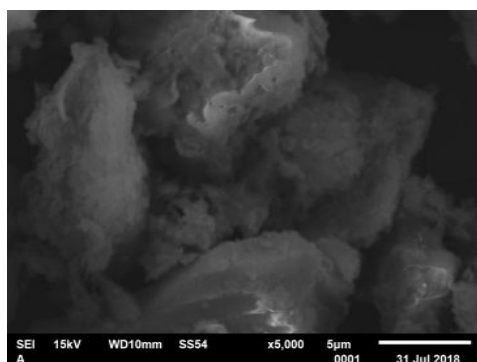
Tanah liat diiris tipis-tipis, lalu dijemur selama 2 hari. Kemudian haluskan lalu diayak dengan menggunakan ayakan 400 mesh. Serbuk besi dan sekam padi diayak dengan ayakan 400 mesh. Tanah liat, sekam padi dan serbuk besi dicampur sampai rata dengan perbandingan 87,5%, 2,5%, 10%; 77,5%, 2,5%, 20% dan 77,5%, 2,5%, 15%. Tambahkan air sedikit demi sedikit ke dalam adonan bahan penyusun membran sampai berbentuk pasta (gel) sehingga mudah dicetak dengan sebuah alat pencetak membran keramik. Setelah dicetak, adonan dikeluarkan dari cetakan membran yang selanjutnya dikeringkan pada temperatur kamar selama 7 hari. Setelah dikeringkan membran dibakar (sintering) pada temperatur 900°C selama 9 jam. Membran yang dihasilkan pada penelitian ini dianalisis morfologi permukaan dengan analisis SEM-EDS dan analisis BET untuk mengetahui ukuran pori, luas permukaan dan porositasnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

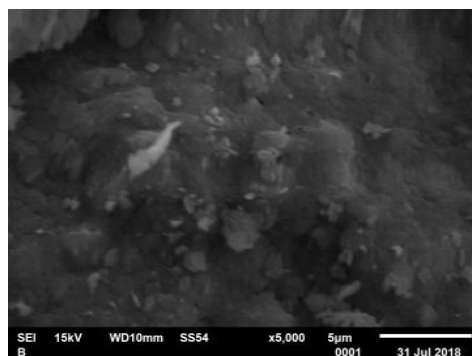
Pada penelitian ini dibuat membran keramik berbasis tanah liat, aditif sekam padi dan serbuk besi pada berbagai variasi komposisi, yaitu secara berturut-turut 77.5% : 20% : 2,5% (membran A); 82.5% : 15% : 2.5% (membran B); 87.5% : 10% : 2.5% (membran C).

a. Analisis Scanning Electron Microscopy (SEM)

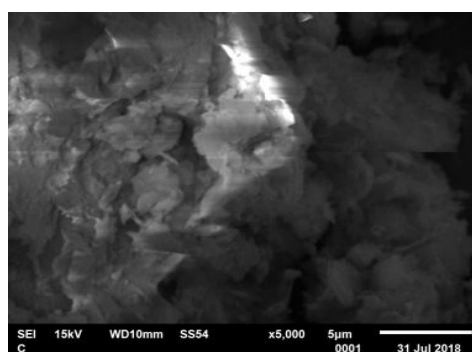
Mikrograf membran keramik dengan komposisi tanah liat ; sekam padi ; serbuk besi pada berbagai komposisi dapat dilihat pada Gambar 2-4 di bawah ini.



Gambar 2. Citra SEM membran keramik A pada perbesaran 5000x



Gambar 3. Citra SEM membran keramik B pada perbesaran 5000x



Gambar 4. Citra SEM membran keramik C pada perbesaran 5000x

Dari Gambar 2-4 di atas terlihat bahwa gumpalan sekam padi akan membentuk ikatan antar partikel yang berhimpit dan terlihat dengan jelas reduksi ukuran pori-pori permukaan sampai ke bagian dalam membran. Hal ini menunjukkan bahwa terbentuknya membran mikropori akibat dari penambahan sekam padi.

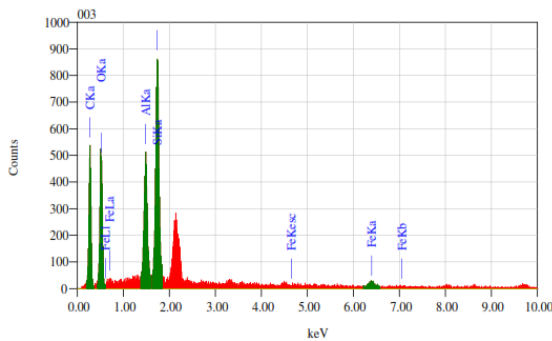
Dari hasil uji SEM ini diperoleh bahwa semakin banyak sekam padi yang ditambahkan maka pori-pori membran semakin terdistribusi secara merata di seluruh permukaan membran. Ukuran butir dan rasio batas butir berperan penting dalam proses difusi. Permukaan pori terlihat merata pada setiap membran. Untuk membran dengan konsentrasi yang berbeda, dapat terlihat bahwa pori-pori semakin rapat dengan semakin banyak sekam padi dan terlihat pori-pori yang terdistribusi merata di permukaan (Aprilia dan Amin, 2011).

Citra SEM dari masing-masing membran pada berbagai variasi perbesaran memperlihatkan bahwa struktur pori membran adalah bersifat random. Pori-pori dan tekstur permukaan membran yang tidak rata akibat pengaruh suhu. Gambar di atas memperlihatkan pori-pori pada membran dengan adanya penambahan sekam padi. Semakin banyak penambahan sekam padi, pori yang terbentuk juga akan semakin banyak dan terlihat masih kurang seragam (asimetrik).

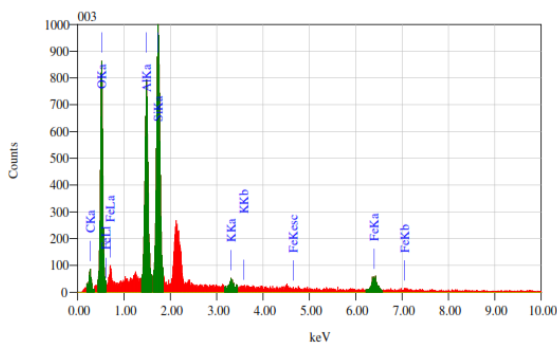
Dilihat pori-pori yang terbentuk sudah cukup kecil sehingga dapat digunakan pada proses mikrofiltrasi. Struktur pori membran yang lebih rapat akan memiliki tahanan perpindahan massa yang lebih besar, sehingga permeabilitas air hasil analisis SEM berdasarkan cross section area menunjukkan bahwa struktur membran berbentuk seperti karang (sponge) yang pori-porinya asimetris, yaitu lapisan dense di atas dan pori-pori memanjang ke bawah. Untuk semua membran mempunyai struktur yang sama dan pori-pori yang tidak homogen (asimetrik) menunjukkan bahwa membran adalah asimetrik dan sesuai untuk membran mikrofiltrasi. Struktur pori membran yang lebih rapat mengakibatkan morfologi permukaan membran menjadi tidak merata (Wu et al, 2006).

b. Analisis Energy Disperse Spectroscopy (EDS)

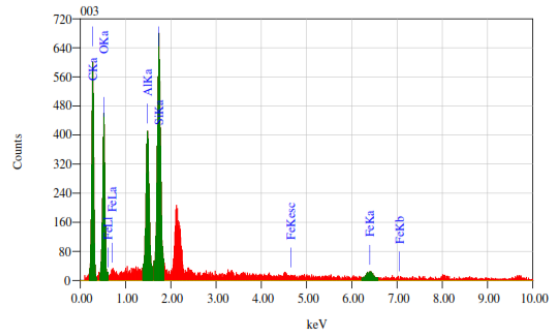
Spektrum Energy Disperse Spectroscopy (EDS) untuk bagian permukaan membran keramik berbahan additif sekam padi dapat dilihat pada Gambar 6-9 di bawah ini.



Gambar 5. Analisis Energy Disperse Spectroscopy (EDS) pada membran keramik A



Gambar 6. Analisis Energy Disperse Spectroscopy (EDS) pada membran keramik B



Gambar 7. Analisis Energy Disperse Spectroscopy (EDS) pada membran keramik C

Dari Gambar 6-8 di atas dapat dilihat bahwa komposisi kandungan unsur yang terkandung dalam membran A yaitu mengandung unsur C sebanyak 43,61%, O sebanyak 30,82%, Al sebanyak 7,53%, Si sebanyak 15,29% dan Fe sebanyak 2,75%. Pada Membran B memiliki komposisi kandungan C sebesar 10,46%, O sebesar 39,65%, Al sebesar 15,18%, Si sebesar 23,67%, K sebesar 1,47%, dan Fe sebesar 9,57%. Sedangkan pada membran C memiliki komposisi kandungan unsur C 48,19%, O sebesar 29,19%, Al sebesar 7,15%, Si sebesar 12,37% dan Fe sebesar 3,1%.

Persentase unsur terbesar pada membran yang dibuat pada penelitian ini adalah unsur C dan unsur Si. Unsur-unsur tersebut berasal dari bahan penyusun membran yaitu tanah liat dan sekam padi. Fe dalam jumlah kecil juga terdapat di membran yang berasal dari serbuk besi yang ditambahkan sebagai agregat pada pembuatan membran.

c. Analisis Brenauer-Emmet-Teller (BET) membran keramik

Karakteristik membran berdasarkan analisis BET dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Analisis BET pada membran keramik dengan berbagai komposisi

Jenis Membran	Diameter Pori (µm)	Luas Permukaan (m ² /g)	Porositas (%)
A	9,7	10,1	66,14
B	6,5	22,65	57,06
C	2,8	45,38	35,95

Dari Tabel 1 di atas, membran yang memiliki ukuran pori yang paling kecil adalah membran C dengan komposisi 87,5% tanah liat, 10% aditif sekam padi dan 2,5% serbuk besi, yaitu 2,8 µm. Membran yang memiliki luas permukaan yang paling besar adalah membran C, yaitu 45,38 m²/g. Namun hal ini berbanding terbalik dengan porositasnya, membran C memiliki porositas yang paling kecil yaitu

35,95%. Dari Tabel 1 juga terlihat bahwa terjadi penurunan luas permukaan membran dengan semakin banyaknya sekam padi yang ditambahkan pada membran. Hal ini mungkin disebabkan karena pada saat sintering dengan temperatur yang tinggi mengakibatkan saling berhimpitnya struktur sekam padi. Dengan sekam padi yang terlalu sedikit sehingga mengakibatkan terbentuknya lubang pori yang sangat kecil mengakibatkan luas permukaan yang lebih tinggi. Porositas mengalami penurunan sesuai dengan berkurangnya aditif sekam padi yang terkandung di dalam membran tersebut. Dengan menggunakan aditif yang semakin banyak, maka akan menambah porositas membran keramik (Sari et al, 2012).

Berdasarkan hasil analisis tersebut ditinjau dari ukuran pori, luas permukaan dan porositas membran yang dihasilkan pada penelitian ini, maka dapat ditentukan komposisi terbaik membran keramik yaitu membran C dengan komposisi tanah liat 87,5%, sekam padi 10% dan serbuk besi 2,5%. Diharapkan dengan semakin kecil pori membran dan luas permukaan yang besar maka akan mampu menghambat material/partikel pencemar dalam jumlah yang lebih besar pula.

4. KESIMPULAN

Dari hasil uji SEM ini diperoleh bahwa semakin banyak penambahan sekam padi, pori yang terbentuk juga akan semakin banyak dan terlihat masih kurang seragam (asimetrik), berstruktur random dan terdistribusi merata di permukaan,

Dari hasil uji BET, semakin banyak sekam padi yang ditambahkan pada membran maka ukuran pori dan porositas membran akan semakin besar namun luas permukaannya akan semakin kecil.

Membran yang memiliki ukuran pori yang paling kecil adalah membran yang memiliki komposisi 87,5% tanah liat, 10% aditif sekam padi dan 2,5% serbuk besi, yaitu 2,8 μm , dengan luas permukaan 45,38 m^2/g dan porositas 35,95%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M.S., Hanim, M.A.A., Tahir, S.M., Jaafar, C.N.A., Mazlan, N., and Matori, K.A., 2017. The Effect of Commercial of Rice Husk Ash Additive on Porosity, Mechanical Properties, and Microstructure of Alumina Ceramics. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2017, 1-10.
- Amin, Sh.K., Abdallah, H.A.M., Roushdy, M.H., El-Sherbiny, S.A., 2016. An Overview of Production and Development of Ceramic Membranes. *International Journal of Applied Engineering*. 11: 7708-7721.
- Aprilia, S., dan Amin, A., 2011. Sintesis dan Karakterisasi Membran untuk Ultrafiltrasi. 8: 84-88.
- Arief, S., Nasmia, D., dan Imelda, 2013. Studi Membran Anorganik Berbahan Dasar dari Alam serta Potensinya sebagai Filter. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. pp. 401-405.
- Badan Pusat Statistik, 2017. Luas Panen dan Produksi Padi Sawah Indonesia. <http://www.bps.go.id>
- Deng, M., Chen, R., and Liu, S., 2018. Research and Development of Ceramic Filtration Membrane. *Ceramic Sciences and Engineering*. pp. 43-53.
- Hasbullah, R., dan Dewi, A.R., 2009. Kajian Pengaruh Konfigurasi Mesin Penggilingan Terhadap Rendemen dan Susut Giling beberapa Varietas Padi. *JTEP Jurnal Keteknik Pertanian*, 23: 119-124.
- Larbot, A., Fabre, J.P., and Guizard, C. 2012. Inorganic Membranes Obtained by Sol-Gel Techniques. *Journal of Membrane Science*, 39: 203-212.
- Mufid, A., and Hastut, E., 2103. Karakterisasi Sifat Fisis Membran Padat Silika (SiO_2) Untuk Filtrasi Air Laut Menjadi Air Tawar. *Jurnal Neutrino*, 6: 40-46.
- Prasetyo, Y.D., Sahupala, P., dan Latuheru, R.D., 2017. Pemanfaatan Limbah Batang Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Ilmiah Mustek Ha*, 6: 163-184.
- Sapei, L., Padmawijaya, K.S., Sutejo, A., dan Theresia, L., 2015. Karakterisasi Silika Sekam Padi dengan Variasi Temperatur *Leaching* Menggunakan Asam Sulfat. *Jurnal Teknik Kimia*, 9: 38-43.
- Sari, E.P., Agus, S.B., dan Esmar, B., 2012. Pengaruh Aditif Arang Batok Kelapa Terhadap Densitas dan Porositas Membran Keramik Berbasis Zeolit dan Tanah Lempung. *Seminar Nasional Fisika*, pp. 67-71.
- Sisnayati, 2015. Penurunan Cadmium Dari Limbah Cair Industri Pulp Menggunakan Membran Keramik Berbahan Additive Dedak Padi. *Jurnal Kinetika*, 6: 37-43.
- Sisnayati, Said, M., Nasir, S., and Priadi, D.P., 2017. The Effect of Addition of Activated Carbon Made From Oil Palm Empty Fruit Bunch and Iron Powder on Ceramic Membrane Characteristics. *Proceeding The 7th Annual Basic Science*, Malang, 2: 101-104.
- Wu, C., Zhang, S., Yang, D., Wei, J., Yan, C., Jian, X., 2006. Preparation, Characterization and Application in

- Wastewater Treatment on a Novel Thermal Stable Composite Membrane. *Journal of Membrane Science*, 276: 236-245
- Wu, P., Xu, Y., Huang, Z., and Zhang, J., 2015. A Review of Preparation Techniques of Porous Ceramic Membranes. *Journal of Ceramic Processing Research*, 16: 102-106.