
PEMBUATAN MEMBRAN KERAMIK BERBAHAN DASAR TANAH LIAT, SERBUK DAUN KELOR, DAN ARANG AKTIF UNTUK MENURUNKAN KEKERUHAN DAN MENINGKATKAN NILAI PH SAMPEL AIR SUNGAI MUSI**Oleh****Achmad Faisal Faputri¹, Indah Agus Setiorini²****^{1,2}Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Pengolahan Migas Politeknik Akamigas Palembang****Jln. Kebon Jahe Komperta Plaju Tlp. 595595, 595595, Fax. (0711) 595595****Email: [1achmadfaisal@pap.ac.id](mailto:achmadfaisal@pap.ac.id), [2indah@pap.ac.id](mailto:indah@pap.ac.id)**

Article History:*Received: 08-01-2023**Revised: 18-02-2023**Accepted: 24-03-2023***Keywords:***Membran Keramik, Serbuk**Daun Kelor, Arang, Air**Sungai Musi*

Abstract: Membran adalah lembaran bahan tipis yang berfungsi sebagai pemisah selektif, yang dapat memisahkan dua fasa dari berbagai campuran. Dalam penelitian ini dibuat membran keramik berpori berbasis clay dengan variasi serbuk daun kelor dan penambahan arang aktif batang kelor dalam beberapa komposisi yang berbeda. Variasi ukuran bahan yang digunakan yaitu 80 dan 100 mesh dengan perbandingan komposisi bahan membran keramik tanah liat, serbuk daun kelor, dan arang yaitu 70% : 20% : 10%. Kemudian melakukan uji coba membran untuk menganalisa turbidity dan pH pada air sungai musi. Hasil pengujian air sungai musi yang diolah dengan membran keramik tersebut mampu menurunkan kekeruhan air yang awalnya 28,9 NTU menjadi 3,40 NTU dengan waktu 12 jam. Sementara itu nilai pH pada awalnya 6,0 mengalami kenaikan setelah di filtrasi menjadi 7,0.

PENDAHULUAN

Air sungai merupakan salah satu komponen lingkungan yang memiliki fungsi penting bagi kehidupan manusia, termasuk untuk menunjang pembangunan ekonomi yang hingga saat ini masih merupakan tulang punggung pembangunan nasional. Salah satu fungsi lingkungan sungai yang utama adalah untuk pengairan lahan pertanian dan untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan berbagai industri, maka pencemaran air sungai telah menjadi masalah serius yang dihadapi oleh manusia (Iis Ambarawati, dkk. 2012).

Sungai musi adalah salah satu sungai yang terletak di provinsi Sumatera Selatan, Indonesia. Dengan panjang 750 kilometer, sungai ini merupakan yang terpanjang di pulau Sumatera dan membelah kota Palembang menjadi dua bagian. Sungai musi merupakan salah satu kebutuhan penting bagi masyarakat disekitarnya untuk keperluan sehari-hari seperti untuk mencuci, mandi, dan sarana transportasi. Seiring dengan meningkatnya

jumlah penduduk dan perkembangan industri berdampak pada kualitas air sungai musi yang semakin buruk. Tingkat pencemaran di sungai musi meningkat akibat aktivitas industri dan limbah rumah tangga.

Dengan pencemaran sungai musi yang terus meningkat, diperlukannya pemahaman bagaimana cara mengelola air yang tercemar supaya mendapatkan air yang bersih. Ada beberapa metode untuk mengatasi atau mengelola air yang telah tercemar adalah dengan menggunakan proses seperti pendidihan, klorinasi, flokulasi desifektan, penggunaan sinar ultraviolet (UV), biosand filter dan sebagainya (Sobsey dkk, 2008).

Namun salah satu alternatif teknologi tepat guna yang menjajikan untuk mengatasi pengolahan air konsumsi rumah tangga dalam skala kecil adalah menggunakan membran keramik (Furqoni, dkk. 2016). Filter air keramik sangat menarik karena biaya yang rendah, kemampuan fabrikasi dan penggunaan, dan kemampuan mereka untuk menyaring bakteri dari air dengan sangat efektif (Abriga dan Sam, 2014). Membran keramik sendiri adalah filter yang dibuat dari campuran tanah liat dan bahan organik yang mudah terbakar seperti daun teh, bubuk kopi, serbuk gergaji, dan sebagainya (Widodo, 2015). Saat ini, aplikasi dari membran keramik telah mengalami peningkatan yang pesat dikarenakan membrane keramik memiliki kemampuan yang baik dalam proses pemisahan serta stabilitas termal dan mekanik (Hristov et al. 2012).

Selain menggunakan membran keramik yang terbuat dari tanah liat diperlukan juga bahan aditif lain, bahan aditif yang digunakan pada penelitian ini yaitu daun kelor dan batang kelor. Alasan menggunakan bahan aditif tersebut dikarenakan berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Alegantina et al (2013) bahwa daun kelor mengandung fenol dalam jumlah yang banyak yang dikenal sebagai penangkal senyawa radikal bebas. Sedangkan penggunaan batang kelor digunakan sebagai arang aktif. Penggunaan arang aktif sangat penting dalam proses penjernihan air dan udara (Harris, 1999).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan karena kadar parameter kekeruhan air sungai Musi melebihi baku mutu yang dapat memberikan dampak buruk terhadap kesehatan dan terhadap kualitas air tersebut. Pada penelitian ini, membran keramik dibuat dari tanah liat sebagai bahan dasar dan campuran bahan aditif berupa daun kelor dan arang batang kelor, dengan bentuk membran flat.

Air

Air merupakan salah satu zat yang paling penting dalam kehidupan. Air dimanfaatkan oleh semua makhluk hidup untuk bertahan hidup, dan khususnya untuk manusia selain diminum untuk bertahan hidup, juga digunakan pada berbagai kegiatan lainnya seperti mencuci, mandi, memasak, dan lain-lain. Dalam penggunaannya, apabila air yang digunakan terkontaminasi oleh bakteri ataupun zat kimia lainnya, maka akan menimbulkan penyakit bagi manusia. Berdasarkan isu yang ada terkait air bersih, apabila air yang dikonsumsi oleh masyarakat tidak higienis dan aman merupakan salah satu faktor utama dari penyebab 88 persen kematian anak akibat diare di seluruh dunia (Rismawati et al, 2016).

Air yang dimanfaatkan manusia untuk keperluan hidup sehari-hari adalah air yang berkualitas, sesuai standar yang telah ditetapkan oleh instansi/lembaga. Standar tersebut merupakan hasil riset mutakhir sesuai dengan ilmu dan teknologi kesehatan yang

berkembang saat ini, sehingga dapat memberikan jaminan kesehatan namun air yang melimpah itu kualitasnya banyak yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan itu sehingga diperlukan usaha untuk memperbaikinya (Saparuddin, 2010).

Secara kualitas, air harus tersedia pada kondisi yang memenuhi syarat kesehatan. Kualitas air dapat ditinjau dari segi fisika, kimia dan biologi (Kusnaedi, 2010).

Baku Mutu Air

Pengertian baku mutu air menurut PU Cipta Karya sebagai berikut, ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat energy atau komponen yang ada atau harus ada dan unsur pencemar yang masih boleh ada di dalam badan air untuk berbagai kebutuhan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. (Permenkes RI No. 492, 2010)

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 mengenai Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 kelas yaitu:

- a. Kelas I (satu), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas II (dua), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/saran rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, perternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas III (tiga), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, perternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas IV (empat), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Membran

Membran adalah lapisan tipis yang dapat digunakan untuk proses pemisahan komponen yang berbeda berdasarkan sifat permeabilitasnya. Perbedaan sifat permeabilitas merupakan landasan utama pada proses membrane untuk diterapkan di berbagai bidang khususnya industri kimia. Pemisahan menjadi aplikasi industri yang utama pada teknologi membran selama 15 tahun terakhir namun pada kenyataannya studi pemisahan telah dimulai jauh sebelum periode tersebut (Baker, 2004).

Membran memiliki berbagai macam keunggulan, namun penggunaan membran juga mempunyai keterbatasan yaitu terjadinya *fouling* atau *pore blockage* pada membran, dan jangka hidup membran yang relative singkat (Mulder, 1996).

Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori

membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Filtrasi menggunakan membran selain berfungsi sebagai sarana pemisahan juga sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut. Kelebihannya adalah membran tidak mengubah struktur molekul zat yang dipisahkan, sehingga prosesnya lebih sederhana (Agustina, 2006).

Klasifikasi Membran

Menurut Cui dan Muralidhara (2010), berdasarkan ada tidaknya pori pemisahan membran dapat dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu:

- a. Membran berpori (pemisahan berdasarkan perbedaan ukuran partikel dengan ukuran pori membran),
- b. Membran tidak berpori (pemisahan berdasarkan perbedaan kelarutan dan kemampuan berdifusi).

Menurut Mulder (1996), berdasarkan jenis pemisahan dan strukturnya, membrane dapat dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

- a. *Porous* membran. Pemisahan berdasarkan atas ukuran partikel dari zat-zat yang akan dipisahkan. Hanya partikel dengan ukuran tertentu yang dapat melewati membran sedangkan sisanya tertahan. *Porous* membran digunakan pada mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi.
- b. *Non-porous* membran. Dapat digunakan untuk memisahkan molekul dengan ukuran yang sama, baik gas maupun cairan. Pada *non-porous* membran, tidak terdapat pori seperti halnya *porous* membran. Perpindahan molekul terjadi melalui mekanisme difusi. Jadi, molekul terlarut didalam membran, baru kemudian berdifusi melewati membran tersebut.
- c. *Carrier* membran. Pada *carrier* membran, perpindahan terjadi dengan bantuan *carrier molecule* yang mentransformasikan komponen yang diinginkan untuk melewati membran. *Carrier molecule* memiliki afinitas yang spesifik terhadap salah satu komponen sehingga pemisahan dengan selektivitas yang tinggi dapat tercapai.

Prinsip Kerja Membran

Prinsip kerja pemisahan dengan menggunakan membran adalah dengan menggunakan perbedaan ukuran antara partikel yang memiliki ukuran lebih besar dibandingkan dengan pori-pori membran. Selain itu, proses pemisahan dengan menggunakan media membran dapat terjadi karena membran mempunyai sifat selektivitas yaitu kemampuan untuk memisahkan suatu partikel dari campurannya.

Menurut Nasir Subriyer, dkk (2011), kinerja atau efisiensi perpindahan didalam membran ditentukan oleh dua parameter yaitu:

- a. Permeabilitas

Permeabilitas sering disebut juga sebagai kecepatan permeat atau fluks adalah jumlah volume permeat yang melewati satu satuan permukaan luas membran dengan adanya gaya dorong dalam hal ini berupa tekanan. Pada proses filtrasi nilai fluks yang umum dipakai adalah fluks volume larutan umpan yang dapat melewati membran persatuan satuan waktu persatuan luas membran. Faktor yang mempengaruhi

permeabilitas adalah jumlah dan ukuran pori, interaksi antara membran dan larutan umpan, viskositas larutan serta tekanan dari luar.

b. Selektifitas

Selektifitas suatu membran merupakan ukuran kemampuan suatu alat membran keramik menahan suatu suspensi atau melewati suatu suspensi tertentu lainnya. Faktor yang mempengaruhi selektifitas adalah besarnya ukuran partikel yang akan melewatinya, interaksi antara membran, larutan - larutan umpan dan ukuran pori.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

a. Alat

Peralatan yang diperlukan untuk pembuatan membran keramik pada penelitian antara lain:

1. Sieve Shaker (ayakan)

Ayakan digunakan untuk mengayak serbuk daun kelor dan arang batang kelor. Ayakan yang digunakan ayakan yang berukuran 30 mesh, 40 mesh, 50 mesh, 80 mesh, 100 mesh dan 200 mesh.

2. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur sampel tanah liat, daun kelor dan arang batang kelor.

3. Spatula

Spatula digunakan untuk mengaduk sampel yang telah dicampur.

4. Oven

Oven digunakan untuk memanaskan membran yang sudah dikeringkan

5. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang tanah liat, daun kelor dan arang batang kelor pada pembjutan membran keramik.

6. Mortar

Mortar digunakan untuk menghaluskan arang batang kelor

7. Kaca arloji

Kaca arloji digunakan untuk sebagai cetakan membran keramik

8. Chruser

Chruser digunakan untuk menghaluskan daun kelor.

9. Desikator

Desikator digunakan untuk menyimpan membran agar tidak terkena udara.

10. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur ketebalan membran

11. Alat press

Alat press digunakan untuk mempres membran agar ukuran sama.

12. Turbidity meter

Alat turbidity meter digunakan untuk keperluan analisa kekeruhan air atau larutan.

13. pH tester

pH tester digunakan untuk mengukur kadar keasaman atau basa pada suatu cairan.

14. Kertas lakmus

Kertas lakmus digunakan untuk mengukur tingkan keasaman air.

b. Bahan

1. Tanah Liat
2. Daun Kelor
3. Arang Batang Kelor
4. Air AC

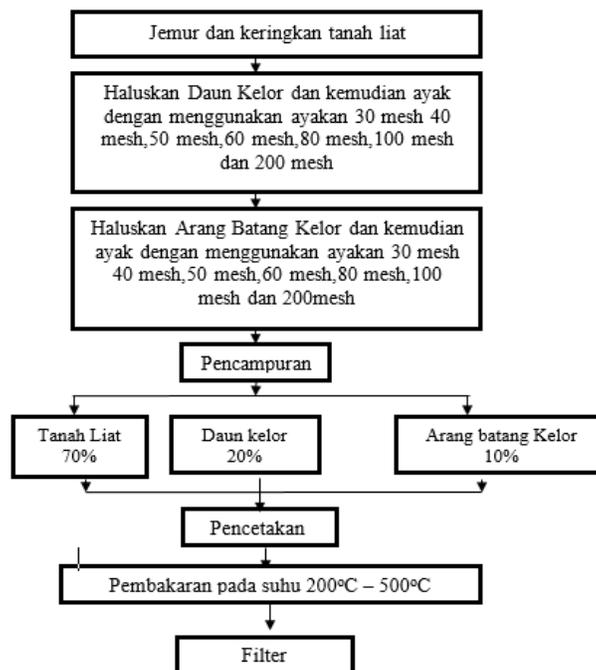
c. Parameter Uji

Parameter uji yang dilakukan dalam penelitian ini, adalah pengujian terhadap dua parameter yang berbeda, yaitu:

1. pH
2. Turbidity

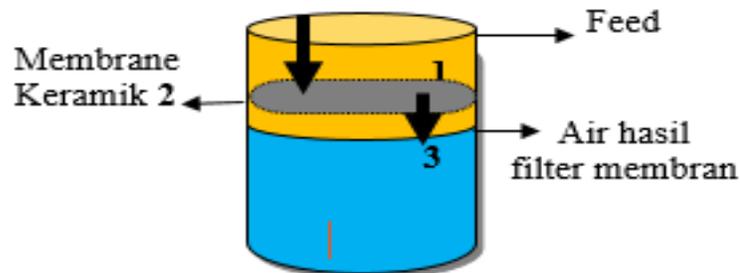
d. Proses Pembuatan Membran Keramik

Proses pembuatan membran keramik dilakukan dengan memvariasikan bahan baku membran seperti: tanah liat, serbuk daun kelor dan arang dengan perbandingan tertentu. Secara skematis dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Skema Pembuatan Membran Keramik

Dalam penelitian ini hanya digunakan satu rangkaian unit media membrane keramik dengan bentuk plat lingkaran dimana berdasarkan komposisi bahan dan ukuran partikel masing-masing terdiri dari 3 perlakuan dengan ketebalan membran yaitu 3 mm dan diameter (d) = 5 cm serta luas permukaan membrane yaitu 19,625 cm² dengan komposisi membran 70% tanah liat, 20% serbuk daun kelor dan 10% arang.



Gambar 2. Sistem Membran Keramik

e. Proses Pencucian Membran Keramik

Membran keramik sebelum digunakan banyak pori-pori yang tersumbat oleh partikel-partikel halus yang tertahan pada membran. Membran sebaiknya dilakukan pencucian dilakukan agar laju perembesan pada membran tidak lambat sekaligus menghilangkan komponen yang dapat terlarut kedalam air hasil filtrasi membran. Cara pencucian membran yaitu sebagai berikut:

1. Siapkan membran yang sudah dibakar selama 3 jam, dinginkan terlebih dahulu.
2. Siapkan air ac atau aquadest kedalam suatu wadah.
3. Masukkan membran kedalam tempat yang sudah diisi dengan air ac atau aquadest.
4. Rendam membran selama 3 jam.

f. Cara Pengambilan Sampel Air Dari Membran

Air yang sudah tertampung pada wadah penampung diambil dan dilakukan pengecekan dan pengamatan. Pengambilan sampel untuk kekeruhan menggunakan botol sampel biasa yang terbuat dari bahan plastik dengan ukuran 50 ml. Kemudian air ditampung kedalam gelas ukur untuk mengetahui total volume.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Pembuatan membran keramik berbasis clay dengan variasi serbuk daun kelor dan penambahan arang batang kelor yang telah dilakukan proses pembakaran selama 3 jam dengan temperatur 200-500⁰C bertujuan untuk meningkatkan kualitas membran keramik sebagai filter. Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh data pengamatan dan hasil analisa sampel terhadap kualitas air sebelum dan sesudah melewati membran dengan komposisi tanah liat campuran serbuk daun kelor dan arang batang kelor yaitu *Turbidity* dan pH.

Sampel Awal

Sampel awal ialah air Sungai Musi yang dianalisa terlebih dahulu sebelum melewati membran dengan parameter uji seperti yang ada pada tabel 1.

Tabel 1 Data Sampel Awal

Sampel	Ph	Turbidity
--------	----	-----------

Air Sungai Musi Palembang	6.0	Keruh
---------------------------	-----	-------

Pada tabel 2 ditampilkan data pengamatan dengan hasil analisa secara fisik dan kimia. Dimana secara fisik dilakukan *Turbidity* dan *flux* sedangkan secara kimia yaitu dilakukan dengan pengukuran pH sampel.

Tabel 2 Data Hasil Penelitian

Volume Ukuran (No Mesh)	Komposisi Clay: Serbuk Daun kelor: Arang	pH	Turbidity	Volume kelolosan air (ml)	Fluks (cm/jam)
80/100	70%: 20%: 10%	7	Jernih	28.5	0.121

2. Pembahasan

Analisa Turbidity

Parameter fisik yang diuji ialah pengaruh komposisi bahan terhadap *Turbidity* (kekeruhan). Pada sampel awal air yang di pakai keruh dengan nilai *turbidity* 28,9 NTU, setelah di filtrasi menggunakan membran sampel menjadi jernih dengan nilai *turbidity* yang juga mengalami penurunan menjadi 3,40 NTU. Dari hasil tersebut dapat diketahui kinerja membran mampu menurunkan tingkat kekeruhan.

Analisa pH

Parameter kimia yang diujikan pada penelitian ini adalah pengukuran tingkat keasaman atau pH dari sampel yaitu air sungai mus, dimana sampel awal air sungai Musi sebelum dilakukan filtrasi pHnya ialah 6.0. Kemudian setelah dilakukan filtrasi pada air sungai tersebut mengalami peningkatan pH yaitu menjadi 7. Untuk pengujian ph pada air sungai mus membran ini mampu mengubah ph air sampel menjadi air yang layak untuk diminum.

Analisa Flux

Secara karakteristik membran memiliki keceptan alir (fluks) yang lambat, hal ini dapat dilihat bahwa nilai fluks yang kecil yaitu 0,121 cm/jam. Hal ini sesuai dengan teori filtrasi, yakni cairan yang dimasukkan ke dalam membran berpori, semakin kecil pori membran, maka air yang turun (filtrat) juga semakin lambat, sebaliknya semakin besar pori membran, maka air yang turun semakin cepat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dahlan. M. H., Pratama E.J. dan Odina M. (2016), semakin besar ukuran pori-pori membran menunjukkan bahwa volume yang dihasilkan sebagai nilai fluks juga besar.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian tentang Pembuatan Membran Keramik Berbasis Tanah Liat, Serbuk Daun Kelor, dan Arang Aktif Dengan Komposisi 70% : 20% : 10% Untuk Menurunkan Kekeruhan dan meningkatkan Nilai pH Air Sungai Musi, dapat disimpulkan

bahwa air hasil dari proses pemurnian air dengan menggunakan membran keramik ini menghasilkan air bersih. Selain itu dapat diketahui bahwa penggunaan membran keramik dalam proses pemurnian air terbilang efektif karena dapat menetralkan pH air dan turbidity, dengan nilai pH 7 dan nilai turbidity 3,40 NTU. Dapat diketahui juga pengaruh komposisi tanah liat, daun kelor, dan arang dalam pembuatan membran keramik sangat berpengaruh terhadap kecepatan alir (fluks). Hal ini dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran pori-pori sehingga laju alir yang dihasilkan kecil yaitu 0,121 cm/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abiriga, F., Sam, O.K. 2014. Effect of Groggs on in the Performance of Ceramic Water Filters. Science Journal of Physics ISSN: 2276-6367. Kyamboga University. Kampala Uganda.
- [2] Agustina, S. 2006. Teknologi Membran dalam Pengolahan Limbah Cair Industri. Buletin Penelitian. Vol. 28, No. 1.
- [3] Apriyanti, E dan Wishnu, W. 2017. Pengaruh Karakterisasi Pada Pembuatan Membran Keramik Komposit Abu Vulkanik Untuk Pengolahan Air Bersih. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [4] Azrul, Azwar. 1995. Menjaga Mutu Pelayanan Kesehatan. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- [5] Brown, J. 2007. Effectiveness of ceramic filtration for drinking water treatment in Cambodia. Dissertation, University of North Carolina.
- [6] Dies R. 2003. Development of a ceramic water filter for Nepal. Master Thesis, MIT, Massachusetts, USA.
- [7] Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisisus. Yogyakarta.
- [8] Mulder M. 1996. Basic Principles of Membrane Technology . 2nd edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- [9] Nasir, S., Teguh, B., dan Idha, S. T. 2013. Aplikasi Filter Keramik Berbasis Tanah Liat Alam dan Zeolit pada Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- [10] Nasir, S., Sisnayati, F. 2016. Ceramic Filters and Their Application for Cadmium Removal from Pulp Industri Effluent. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- [11] Nurhayati, C., Tri, S. 2015. Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Bahan Membran Keramik Pada Unit Pengolahan Air Gambut. Jurnal Dinamika Penelitian Industri Vol, 26. No. 2. Palembang
- [12] Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air. Jakarta.
- [13] Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MenKes/Per/IX/1990 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- [14] Pradana dan Marsono. 2013. Uji Kualitas Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Sukodono, Sidoarjo Ditinjau Dari Perilaku Dan Pemeliharaan Alat. Jurnal Teknik Pomits Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Vol. 2, No. 2, Tahun 2013. ISSN:2337-3539.
- [15] Rismawati, L., Husaini., Khairiyati, L. 2016. Efektifitas Pengolahan Air Minum Ditinjau Dari Kualitas Air Minum Berdasarkan Parameter Fisik, Kimia dan Biologi Di IPA II Pinus PDAM Intan Banjar. Jurnal Publikasi Kesehatan Masyarakat Indonesia, Vol. 3. No. 2. Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

- [16] Slamet, J.S. 2000. Kesehatan Lingkungan. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- [17] Slamet, S. 2013. Karakterisasi Komposit Dari Serbuk Gergaji Kayu (Sawdust) Dengan Proses Hotpress Sebagai Bahan Baku Papan Partikel. Prosiding SNST ke-4, ISBN 978-602-99334-2-0. Universitas Muria Kudus. Semarang.
- [18] Subriyer, N. Agmalini, S., Narke, N.L. 2011. Peningkatan Kualitas Air Rawa Menggunakan Membran Keramik Berbahan Tanah Liat Alam Dan Abu Terbang Batubara. Jurnal Teknik Kimia Vol. 19, No. 2. Universitas Sriwijaya.
- [19] Suhendi, A. 2007. Pencirian Membran Mikrofiltrasi Nilon-6. [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor