

## EDUKASI TEKNOLOGI MEMBRAN UNTUK PENYEDIAAN AIR BERSIH DI KECAMATAN SEMARANG SELATAN -JAWA TENGAH

Tutuk Djoko Kusworo <sup>1</sup>, Heru Susanto <sup>1</sup>, Nita Aryanti <sup>1</sup>, Nur Rokhati <sup>1</sup>, I Nyoman Widiasta <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, S. H. Tembalang, Semarang 50275

<sup>1</sup>Email : tdkusworo@che.undip.ac.id

### Abstrak

Air merupakan kebutuhan dasar bagi manusia, kebutuhan akan air bersih terus meningkat seiring dengan pertumbuhan manusia. Jumlah air di bumi cenderung tetap, namun kualitas air terus menurun akibat pencemaran. Oleh sebab itu perlu adanya upaya pengolahan air menjadi air bersih sebelum di konsumsi. Semarang selatan merupakan sebuah kecamatan di Kota Semarang yang memiliki posisi strategis karena dekat dengan kota. Letak daerah yang berada pada daerah padat penduduk mengakibatkan sulitnya akses air bersih. Air yang diambil dari air sumur memiliki kualitas yang kurang bagus dimana air yang dihasilkan sedikit keruh dan berbau amis. Selama ini warga berinisiatif menggunakan tawas sebagai bahan untuk menjernihkan air, namun residu tawas dalam air menyebabkan gangguan kesehatan pada tubuh. Oleh sebab itu, pengolahan menggunakan membran diterapkan untuk mengolah air tersebut menjadi lebih bersih. Teknologi membran tidak membutuhkan bahan kimia tambahan serta biaya operasi yang cukup murah. Kegiatan edukasi teknologi membran untuk mengolah air bersih telah dilakukan di Kelurahan Bulustalan Rt 02 RW 03 Kecamatan Semarang Selatan. Sebagai luaran dan juga hasil dari pengabdian ini, dibuatlah makalah/modul pelatihan perancangan filtrasi membran skala rumah tangga untuk mengolah air sumur tercemar menjadi air bersih yang layak konsumsi..

**Kata kunci :** Air, Cemar, Filtrasi, Membran, Pengolahan Air

### 1. PENDAHULUAN

Semarang Selatan, adalah sebuah kecamatan yang terletak di sebelah selatan Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia berbatasan dengan kecamatan Semarang Utara dan Tengah di bagian utara, kecamatan Semarang Timur dan Gayamsari di sebelah timur, Kecamatan Gajah Mungkur dan Candisari di sebelah Selatan dan Kecamatan Semarang Barat di sebelah barat. Kecamatan Semarang selatan yang berada di sebelah selatan pusat kota Semarang mempunyai posisi yang strategis karena dekat dengan pusat kota serta posisinya berada hampir di tengah kota Semarang. Selain itu, kawasan ini merupakan kawasan padat penduduk dengan jumlah penduduk Kecamatan Semarang Selatan seluruhnya 70.838 terdiri dari 34.427 laki-laki dan 36.453 perempuan yang tertampung dalam 22.296 KK , sebanyak RW: 71 dan RT: 498 ([kecsmgselatan.semarangkota.go.id](http://kecsmgselatan.semarangkota.go.id)).

Air merupakan unsur yang vital dalam kehidupan manusia. Seseorang tidak dapat bertahan hidup tanpa air, karena itulah air merupakan salah satu penopang hidup bagi manusia. Ketersediaan air di dunia ini begitu melimpah ruah, namun yang dapat dikonsumsi oleh manusia untuk keperluan air minum sangatlah sedikit. Dari total jumlah air yang ada, hanya lima persen saja yang tersedia sebagai air minum, sedangkan sisanya adalah air laut (*Din dkk., 2019*). Air telah menjadi barang langka dan bahkan sudah dipandang sebagai komoditi bisnis yang menggiurkan. Kelangkaan ini tercermin dari kekeringan, tingginya harga air bersih/minum, dan pencemaran air. Kelangkaan ini dipicu oleh tiga hal pokok, yaitu (a) laju pertumbuhan penduduk yang tidak dibarengi dengan penyebarannya (*Martha, 2018*), (b) laju peningkatan aktivitas industri yang jauh melebihi daya dukung ekosistemnya (*Yunita dkk., 2018*); dan (c) pembangunan yang meringgirkan daya dukung ekologis. Sedikit banyak kita semua berkontribusi terhadap masalah ini (*Effendi, 2003*).

Perkembangan kota Semarang baik di bidang industri, perusahaan, maupun perdagangan berakibat pada meningkatnya kebutuhan air bersih, yang hingga saat ini masih mengandalkan air tanah. Kebutuhan air tanah yang terus meningkat, mendesak masyarakat untuk juga terus mengusahakan ketersediannya, sehingga menyebabkan pengambilan air tanah semakin meningkat. Tercatat untuk pengambilan air tanah di daerah CAS (Cekungan Airtanah Semarang) pada tahun 1900 baru sekitar 427.050 m<sup>3</sup>/tahun yang diambil dari 16 sumur bor. Pada tahun 1982 telah mencapai 13.672.900 m<sup>3</sup>/tahun disadap dari 127 sumur bor. Kemudian pada tahun 1990 menjadi 22.473.050 m<sup>3</sup>/tahun yang disedot dari 260 sumur bor, dan pada tahun 2000 telah mencapai 39.189.827 m<sup>3</sup>/tahun yang diambil dari 1.029 sumur bor. Dengan demikian berarti pengambilan air tanah di daerah CAS ini telah mengalami peningkatan hampir 3 kali lipat (286,6%) selama 18 tahun

## **Tutuk Djoko Kusworo dkk., Edukasi Teknologi Membran...**

terakhir ini, atau setiap tahunnya meningkat rata-rata 15,9%. Jumlah sumur bor mengalami peningkatan lebih dari 8 kali lipat (810,2%), atau meningkat rata-rata 45,01% per tahun (Nurwidyanto dkk., 2006).

Berdasarkan hasil analisis pemetaan air secara geologi, air tanah di kota Semarang bagian bawah bersifat tawar hingga tawar payau (Nurwidyanto dkk., 2006). Di daerah Semarang Selatan sendiri air tawar masih dapat dijumpai, namun hal yang menjadi kendala ada air sumur yang tercemar air selokan/aliran pembuangan limbah, mengingat di daerah Lamper merupakan pusat industri tahu (Suganda dkk., 2014). Cemar tersebut menyebabkan air sumur menjadi keruh dan kadang menimbulkan aroma kurang sedap. Hingga saat ini warga hanya memberikan tawas untuk menjernihkan air akan tetapi air yang telah diberi tawas hanya dapat digunakan untuk keperluan MCK saja. Oleh sebab itu, penerapan teknologi pengolahan air seperti teknologi membran sangat tepat untuk diaplikasikan. Namun demikian, dalam penerapan teknologi ini di wilayah pedesaan masih terkendala oleh tingginya energi untuk pompa tekanan tinggi. Oleh karena itu, pengembangan dan penerapan teknologi sistem ultrafiltrasi dan nanofiltrasi secara tandem (bersamaan) merupakan terobosan baru penggunaan teknologi membrane di pedesaan ataupun untuk kebutuhan rumah tangga khususnya. Secara umum, kegiatan ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi membran ultrafiltrasi dan nanofiltrasi untuk pengolahan air sumur tercemar dan air sungai untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Oleh karena itu, dalam pengabdian ini akan dikenalkan mengenai teknologi membran dalam pemanfaatannya untuk pemurnian air yang mengandung koloid lumpur dan bau yang tidak sedap di Kecamatan Semarang Selatan.

## **2. METODE PENGABDIAN**

Pengabdian berupa edukasi dan praktek lapangan akan dilakukan kepada masyarakat Kelurahan Bulustalan, Kecamatan Semarang Selatan, Kota Semarang Jawa Tengah. Lokasi kelurahan yang berada di tengah Kota Semarang serta berada dikawasan padat pendudukan dan kegiatan industry UMKM menyebabkan sumber air bersih hanya dipenuhi melalui PDAM dan air sumur. Namun, air yang bersumber dari air sumur adalah air keruh yang terkadang menimbulkan bau tidak sedap. Untuk mengatasi hal tersebut warga menggunakan tawas ( $K_2SO_4 \cdot Al_2SO_4 \cdot 24H_2O$ ) untuk menjernihkan air, namun demikian penggunaan dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan Kesehatan (Kumar, 2020). Oleh sebab itu, pengabdian kali ini akan dilakukan kegiatan edukasi terkait pengolahan air yang lebih aman. Untuk mencapai tujuan dari kegiatan yang telah ditetapkan, maka kegiatan ini dilakukan melalui beberapa tahapan kegiatan sebagai berikut:

### **Kegiatan tahap 1:**

Perencanaan kegiatan yang dilakukan dengan kunjungan ke Kecamatan Semarang Selatan, menemui Lurah, ketua RT, dan sesepuh warga Kelurahan Bulustalan untuk diskusi tentang kondisi sumber air di daerah setempat.

### **Kegiatan tahap 2:**

Sosialisasi tentang pentingnya konsumsi air bersih, menjaga kebersihan sumber air dengan menjaga lingkungan yang bersih, serta resiko bahaya penggunaan tawas dan kaporit dalam pengolahan air serta dampaknya terhadap kesehatan.

### **Kegiatan tahap 3:**

Edukasi/pelatihan pengolahan air tercemar menggunakan teknologi membran serta pemaparan terkait rancangan alat filtrasi membran skala rumah tangga untuk mengolah sumber air sumur tercemar menjadi air bersih layak konsumsi.

Program kegiatan pengabdian pada masyarakat Kelurahan Bulustalan akan dilakukan uji coba pengolahan air dengan menggunakan alat peraga filtrasi yang terdiri dari komponen alat sebagai berikut :

1. Modul membran ultrafiltrasi
2. Modul membran nanofiltrasi
3. Pompa air
4. Tangki umpan dan produk
5. Valve regulator
6. Indikator tekanan
7. Pipa Teflon

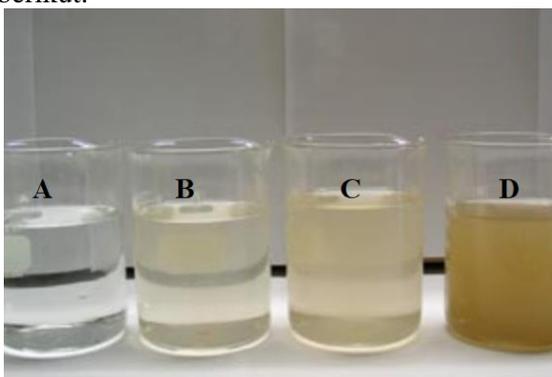
## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kegiatan pengabdian ini difokuskan pada sosialisasi dan pelatihan terkait pentingnya konsumsi air bersih serta cara mengolah air tercemar lumpur koloid dan cemaran lain menjadi air bersih menggunakan filtrasi membran sederhana. Selama ini warga mengeluhkan akan air sumur yang keruh akibat cemaran

lumpur koloid. Kekeruhan yang disebabkan oleh lumpur koloid tidak dapat dihilangkan menggunakan kain saring saja, sehingga warga selama ini menggunakan tawas ( $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ ) karena biayanya murah, mudah, dan hasilnya adalah air yang jernih. Namun demikian penggunaan tawas sebagai air konsumsi dapat menimbulkan permasalahan kesehatan bagi tubuh. Oleh sebab itu dengan memperkenalkan pengolahan air bersih menggunakan membran ultrafiltrasi yang lebih mudah dan tanpa bahan kimia dapat menjadi alternative bagi warga untuk mengolah air sumur sebagai air layak konsumsi.

### **3.1. Studi literatur dan kunjungan lapangan**

Tahapan awal dari kegiatan ini adalah dengan melakukan studi pustaka terkait pengolahan air tercemar menggunakan membran ultrafiltrasi. Setelah itu melakukan tinjauan langsung ke lokasi pengabdian untuk melihat keadaan air yang ada di daerah tersebut. Di desa bulustalan, warga memperoleh suplai air bersih dari air PDAM dan beberapa menggunakan air sumur. Warga mengeluhkan air PDAM yang berbau kaporit sedangkan air yang bersumber dari sumur tercemar oleh kolid lumpur. Sampel air PDAM dan air sumur yang diamati disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. (A) Sampel air PDAM, (B) air sumur permukaan, (C) air sumur bagian tengah, dan (D) air sumur bagian dasar

Untuk mengatasi kekeruhan air sumur, beberapa warga menggunakan tawas untuk menjernihkan air. Namun warga tidak berani menggunakan air hasil olahan tawas untuk keperluan konsumsi. Air hasil olahan tawas digunakan untuk keperluan mandi, kakus, dan mencuci. Pengolahan air menggunakan tawas memang efektif menghilangkan kekeruhan pada air seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Namun residu Aluminium dalam air dapat mengganggu kesehatan apabila dikonsumsi, namun apabila hanya digunakan untuk mandi maka dalam jangka waktu lama akan menimbulkan permasalahan pada kulit. Selain itu air dengan kandungan residu tawas tinggi apabila digunakan untuk mencuci pakaian akan mengakibatkan warna baju menjadi kusam dan sedikit kekuningan.



Gambar 2. Perbedaan air yang belum diolah dengan tawas dan yang telah diolah dengan tawas.

Selanjutnya dirancang sistem filtrasi membran yang sederhana dan murah dari segi kebutuhan energi dan mudah secara operasionalnya. Membran yang digunakan adalah membran ultrafiltrasi, apabila air tidak terlalu keruh maka dapat menggunakan sistem filtrasi membran dengan gravitasi sebagai gaya pendorong. Air dipompa menuju tandon air yang ditempatkan dilokasi yang tinggi. Kemudian air dari tandon dialirkan ke modul membran ultrafiltrasi. Tekanan yang diberikan dari energi potensial air menjadi gaya dorong pada sistem filtrasi membran, sehingga sistem ini lebih efisien dalam hal penggunaan energi (Rautenbach dkk., 1997).

### 3.2. Pelaksanaan kegiatan Edukasi

Kegiatan selanjutnya adalah diskusi Bersama perangkat kelurahan Bulustalan untuk membahas pelaksanaan kegiatan edukasi. Ditetapkan bahwa kegiatan edukasi/sosialisasi akan dilaksanakan di rumah Bapak Ir. Tarwoko selaku sesepuh warga kelurahan Bulustalan. Kegiatan edukasi disampaikan dengan metode ceramah dan tanya jawab serta dengan menggunakan alat peraga berupa sistem filtrasi membran skala kecil.

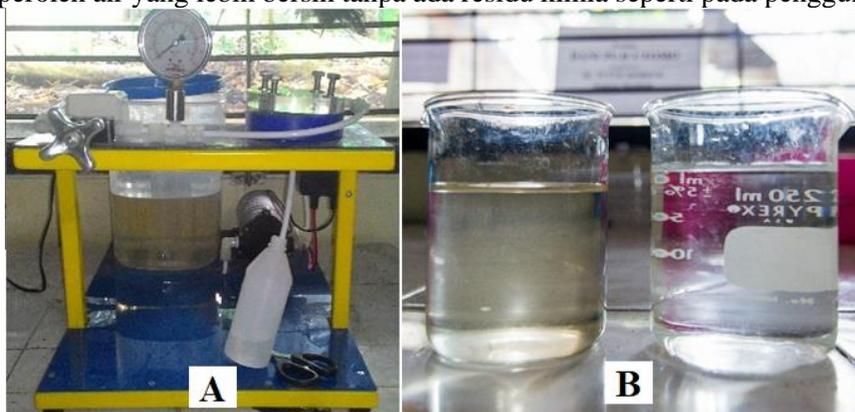
Materi yang dipaparkan adalah terkait pentingnya menjaga kualitas air bersih yang dikonsumsi karena berdampak secara langsung terhadap kesehatan. Selain itu, perlu adanya perubahan *mind-set*/paradigma dalam menjaga kelestarian lingkungan sehingga air tanah tidak tercemar. Air PDAM dan air sumur yang ada di Kec. Semarang selatan umumnya tidak tercemar bahan berbahaya, namun hanya cemaran kaporit pada air PDAM dan lumpur koloid di air sumur, sehingga pengolahan sistem membran yang diperlukan tidak terlalu kompleks. Pemaparan materi edukasi dihadiri oleh warga dengan penuh antusias serta minat yang baik dari warga seperti yang ditampilkan pada dokumentasi kegiatan Gambar 3.



Gambar 3. Dokumentasi suasana kegiatan edukasi di Kelurahan Bulustalan, Kec. Semarang Selatan, Kota Semarang

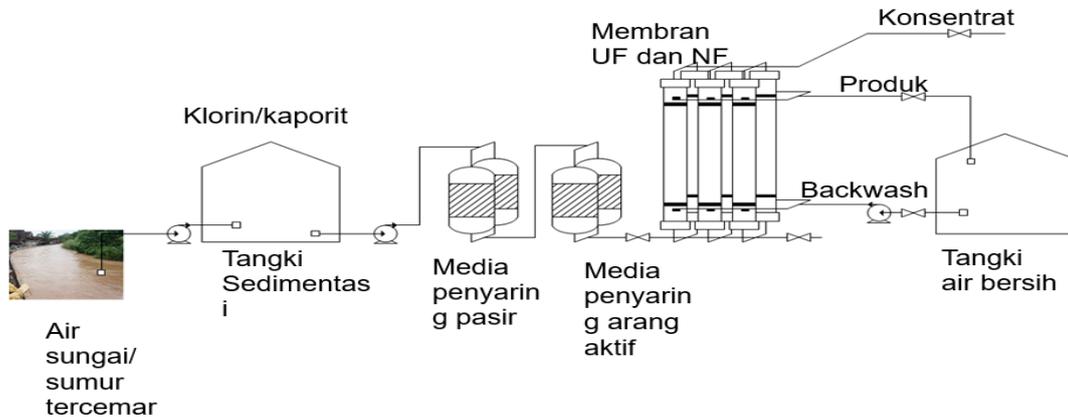
### 3.3. Pengolahan air menggunakan alat peraga

Peragaan pengolahan air dilakukan menggunakan prototipe alat filtrasi membran dengan kapasitas 5 L per jam. Alat peraga sesuai yang ditampilkan pada Gambar 4(A) terdiri dari komponen tangki umpan, tangki produk, modul membran UF dan NF (15,7 cm<sup>2</sup>), pompa RO, indicator tekanan, valve regulator, dan rangka penyangga. Sebagai umpan digunakan air yang diambil dari sumur di Kecamatan Semarang selatan yang mengalami kekeruhan. Hasil pengolahan air ditampilkan pada Gambar 4(B) dimana air yang telah diolah menggunakan sistem filtrasi membran lebih jernih dan bersih dibandingkan air sebelum diolah. Dengan sistem ini akan diperoleh air yang lebih bersih tanpa ada residu kimia seperti pada penggunaan tawas.



Gambar 4. (A) alat peraga sistem filtrasi membran, (B) perbandingan air sebelum dan setelah diolah menggunakan alat peraga filtrasi membran

Sebagai acuan untuk pengembangan sistem pengolahan dengan kapasitas yang lebih besar maka dirancang skema sederhana terkait pengolahan air sumur tercemar dengan biaya seminimal mungkin. Skema sederhana sistem filtrasi membran ditampilkan pada Gambar 5 berikut. Untuk membuat sistem filtrasi tersebut dengan kapasitas 7000 liter per hari sekurang-kurangnya memerlukan komponen-komponen dengan spesifikasi seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 5. Skema sederhana rancangan pengolahan air sumur tercemar menggunakan membran

Tabel 1. Komponen utama sistem filtrasi membran untuk mengolah air sumur tercemar

No.	Komponen/mesin	Spesifikasi
1.	Set membran Ultrafiltrasi	Kapasitas 2000 GPD
2.	Multi-media water filter stainless steel 20"	Material: Stainless steel 304 B Media: Carbon active Calgon, pasir silika, manganese, birm
3.	Water Filter Stainless 20"	Material: Stainless steel 304 B Media: Carbon active 75 kg
4.	Housing cartridge stainless	Material : Stainless steel Media: 5 unit cartridge stainless CP 20"
5.	Pencucian kimia dan bilas	Larutan EDTA untuk pencucian membran
6.	Water Tank polyethylene	Material: polyethylene Kapasitas: 5200 liter
7.	Pompa	Type: Centrifugal (CNP) Power: 600 W, 230 V-50 Hz Kapasitas: 4,2 m <sup>3</sup> /jam
8.	Instalasi pipa	Material: PVC (1 ½)

#### 4. SIMPULAN

Penjernihan air keruh menggunakan tawas dapat berdampak buruk terhadap kesehatan sehingga perlu pengolahan air alternatif yang tidak menggunakan bahan kimia. Dengan adanya sosialisasi ini, warga akan menjadi lebih sadar akan pentingnya kualitas air konsumsi sehingga dapat meningkatkan taraf kesehatan masyarakat. Melalui kegiatan edukasi ini, masyarakat akan mengetahui adanya metode alternatif pengolahan air yang murah dan mudah serta tanpa menggunakan bahan kimia. Dengan adanya pemberian alat peraga filtrasi membran kepada perwakilan warga maka diharapkan menjadi acuan atau contoh bagi warga apabila ingin mengembangkan sistem pengolahan air secara mandiri.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian kepada masyarakat menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Teknik Undip yang telah mendanai kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melalui Hibah Bersaing Dana RKAT Fakultas Teknik Undip Tahun Anggaran 2019 dan kepada mitra serta anggota yang telah bekerjasama dengan baik dalam program pengabdian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Din, M. I., Nabi, A. G., Hussain, Z., Arshad, M., Intisar, A., Sharif, A., Ahmed, E., Mehmood, H. A., & Mirza, M. L. (2019). Innovative Seizure of Metal/Metal Oxide Nanoparticles in Water Purification: A Critical Review of Potential Risks. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 49(6), 534–541.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kumar, V. (2020). Partial Replacement of Alum by Using Natural Coagulant Aid to Remove Turbidity from Institutional Wastewater. *International Journal of Integrated Engineering*, 12(4), 241-251.
- Martha, J. (2018). Isu Kelangkaan Air Dan Ancamannya Terhadap Keamanan Global. *JIPSI - Jurnal Ilmu Politik dan Komunikasi UNIKOM*. 7(2), 147 – 158.
- Nurwidyanto, M. I., Widodo, S., & Achmad, R. T. (2006). Pemetaan Sebaran Air Tanah Asin Pada Aquifer Dalam di Wilayah Semarang Bawah. *Berkala Fisika*, 9(3), 137–143.
- Rautenbach, R., Vossenkaul, K., Linn, T., & Katz, T. (1997). Waste water treatment by membrane processes—new development in ultrafiltration, nanofiltration and reverse osmosis. *Desalination*, 108(1-3), 247-253.
- Suganda, R., Sutrisno, E., Wardana, I. W., & Sudharto, J. (2014). Penurunan Konsentrasi Amonia, Nitrat, Nitrit Dan Cod Dalam Limbah Cair Tahu Dengan Menggunakan Biofilm – Kolam (Pond) Media Pipa Pvc Sarang Tawon Dan Tempurung Kelapa Disertai Penambahan Ecotru. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(4), 1-8.
- Yunita, D., Sagita, N. I., dan Humaedi, S. (2018). Perubahan Sosial Pada Masyarakat Desa: Tinjauan Materialisme Budaya dari Pemanfaatan Bersama Mata Air Pada Era Revolusi Industri 4.0. *Seminar Nasional FHSIP*, 58–87.