

Pengolahan Air Tanah di Kawasan Politeknik Negeri Bandung menjadi Air Minum dengan Metoda Ultrafiltrasi

Emma Hermawati Muhari¹, Fitria Yulistiani²

¹Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Bandung
Email : emmahermawatimuhari@gmail.com

ABSTRAK

Di Indonesia, khususnya di sekitar Politeknik Negeri Bandung, sebagian besar sumber air berasal dari air tanah. Pada era yang semakin modern, masyarakat semakin peduli terhadap kualitas air yang dikonsumsi sebagai air minum. Selain itu, segi kepraktisan dari air minum juga merupakan salah satu faktor yang menjadi pilihan. Air tanah di lingkungan Politeknik Negeri Bandung memiliki pH asam (< 6), coliform > 2.400 , dan colitinja positif. Proses pemanasan air kurang efektif untuk mengolah air tanah karena memerlukan waktu yang relatif lama, membutuhkan energi pemanasan, dan tidak dapat menaikkan pH agar sesuai dengan standar air minum yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Untuk mengolah air tanah di lingkungan Politeknik Negeri Bandung, telah dibuat alat pengolahan air minum portabel dengan menggunakan konsep aliran *dead-end filtration*. Membran yang dipakai merupakan membran *hollow fiber*, berjenis membran ultrafiltrasi berbahan dasar PVDF (Poly Vinylidene Flouride), ukuran pori $0,1 \mu\text{m}$, panjang membran 15 cm , dan jumlah membran sebanyak 148 buah. Wadah penampung air sekaligus membran yang dipakai adalah wadah dengan berbahan dasar PP (Poly Propylene) yang merupakan bahan polimer terbaik sehingga dapat digunakan secara berulang-ulang. Wadah penampung memiliki volume satu liter sehingga dapat dikategorikan portabel. Alat pengolahan air minum portabel tersebut dapat mengolah air tanah di lingkungan sekitar Politeknik Negeri Bandung menjadi air minum yang sesuai dengan standar air minum No. 492/MENKES/PER/IV/2010 dan SNI-01-2332-1991. Efisiensi kenaikan pH rata-rata sebesar $6,7 \%$, Koefisien Rejeksi (R) alat pengolahan sebesar 21% , dan nilai Kandungan bakteri Colitinja adalah nol.

Kata kunci

Air tanah, ultrafiltrasi, hollow fiber, air minum

1. PENDAHULUAN

Salah satu metode alternatif untuk pengolahan air tanah menjadi air minum adalah metode ultrafiltrasi. Proses filtrasi mampu menghilangkan telur cacing, protozoa dan padatan tersuspensi [1]. Membran ultrafiltrasi dapat digunakan untuk mengolah air rawa yang memiliki pH rendah menjadi air bersih dengan pH mendekati netral. Hal ini karena senyawa-senyawa organik maupun anorganik seperti asam-asam mineral bebas yang terdapat di air rawa hampir semuanya tersaring pada membran ultrafiltrasi [2].

Di Indonesia, khususnya di sekitar Politeknik Negeri Bandung, sebagian besar sumber air berasal dari air tanah. Pada era yang semakin modern, masyarakat semakin peduli terhadap kualitas air yang dikonsumsi sebagai air minum. Selain itu, segi kepraktisan dari air minum juga merupakan salah satu faktor yang menjadi pilihan. Air tanah di lingkungan Politeknik Negeri Bandung memiliki pH asam (< 6), coliform > 2.400 , dan colitinja positif. Proses pemanasan air kurang efektif untuk mengolah air tanah karena memerlukan waktu yang

relatif lama dan membutuhkan energi pemanasan. Selain itu pengolahan air melalui pemanasan tidak dapat menaikkan pH agar sesuai dengan standar air minum yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dalam Kemenkes RI nomor 492/MENKES/PER/IV/2010.

Penelitian terkait penggunaan membran ultrafiltrasi untuk memproduksi air minum telah banyak dilakukan di berbagai belahan dunia. Penggunaan teknologi membran ultrafiltrasi, berukuran pori $0,1 \text{ s.d. } 0,01 \mu\text{m}$ untuk pengolahan air tanah menjadi air minum di Afrika Selatan terbukti dapat menyaring bakteri, virus, partikel tersuspensi, dan koloid hingga memenuhi standar WHO. Setelah melalui proses Ultrafiltrasi, total coliform berkurang hingga $7 \text{ cfu}/100\text{ml}$, masih lebih rendah dari persyaratan WHO $10 \text{ cfu}/100\text{ml}$. Hasil pengolahan memiliki nilai konduktivitas $300 \text{ mS}/\text{cm}$ dan kekeruhan $< 5 \text{ NTU}$, sehingga aman untuk dikonsumsi sebagai air minum [3]. Di Malaysia, telah dilakukan penggunaan proses ultrafiltrasi dengan membran Memtec (area filtrasi efektif 1 m^2) untuk mengolah air tanah, baik yang sudah diaerasi maupun yang belum diaerasi, dan

menghasilkan air minum yang sesuai dengan standar WHO [4]. Di India bagian selatan, teknologi filtrasi dengan membran terdesentralisasi diaplikasikan terhadap air tanah. Teknologi tersebut dapat mengurangi total *coliform*, *fecal coliform*, dan *e-coli* sebesar 0,86; 1,14; dan 0,79, serta mengurangi kejadian diare sebesar 24% pada kondisi terdapat penampungan air dan 14% pada kondisi tanpa penampungan air [5]. Di Cina, teknologi membran ultrafiltrasi (UF) menggunakan 48 m² membran *hollow fiber* bertekanan rendah untuk pembuatan air minum telah dievaluasi. Ultrafiltrasi dioperasikan dengan pola *cross flow* dan menggunakan adsorpsi PAC (*powdered activated carbon*). Kombinasi PAC/UF dapat menghilangkan COD sebesar 40%, DOC 46%, dan menurunkan absorbansi UV254 sebesar 57%. Kekeruhan berkurang hingga di bawah 0,2 NTU dan partikel berkurang dari 12.000/ml pada air umpan menjadi 15/ml pada produk keluaran membran [6].

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan air tanah di sekitar Politeknik Negeri Bandung menjadi air siap minum menggunakan teknologi ultrafiltrasi dengan bahan dasar *polyvinylidene flouride* (PVDF) berbentuk *hollow fiber* dengan ukuran pori 0.1 μ m.

2. METODE

Alat pengolahan air minum portabel dibuat dengan menggunakan konsep aliran *dead-end filtration* yaitu hanya ada satu aliran masuk dan satu aliran keluar. Aliran masuk pada alat pengolahan dimasukkan dengan membuka tutup dari wadah

dan aliran keluar merupakan selang yang tersambung dengan membran ultrafiltrasi.

Membran yang dipakai merupakan membran dengan bentuk *hollow fiber*, yaitu merupakan membran dengan bentuk seperti selang yang mempunyai pori pada setiap sisi selimut. Membran *hollow-fiber* tersebut berjenis membran ultrafiltrasi berbahan dasar PVDF (*Poly Vinylidene Flouride*) ukuran pori 0,1 μ m, panjang membran 15 cm, dan jumlah membran sebanyak 148 buah. Wadah penampung air sekaligus membran yang dipakai adalah wadah dengan berbahan dasar PP (*Poly Propylene*) yang merupakan bahan polimer terbaik sehingga dapat digunakan secara berulang-ulang. Wadah penampung memiliki volume satu liter sehingga dapat dikategorikan portabel.

Produk yang dihasilkan harus sesuai dengan standar air minum yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dalam Peraturan Kemenkes RI No 492/Menkes/Per/IV/2010. Analisis yang dilakukan mencakup beberapa parameter yang mempengaruhi kelayakan air minum yakni analisis kandungan total dissolved solid, daya hantar listrik, pH dan kandungan bakteri *Escherichia coli*.

Air tanah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari 6 sumber yaitu: Gedung Teknik Kimia Atas (TKA), Masjid Lukmanul Hakim (LH), Gedung Teknik Kimia Bawah (TKB), Sarijadi, Citepus, dan Sipil Atas. Sebelum dilakukan pengolahan, dilakukan analisis fisika, kimia, dan biologi terhadap umpan air tanah TKA. Data hasil analisis umpan air tanah diberikan dalam Tabel 1, sedangkan hasil analisis biologi diberikan dalam Tabel 3.

Tabel 1. Data Analisis Umpan Air Tanah TKA

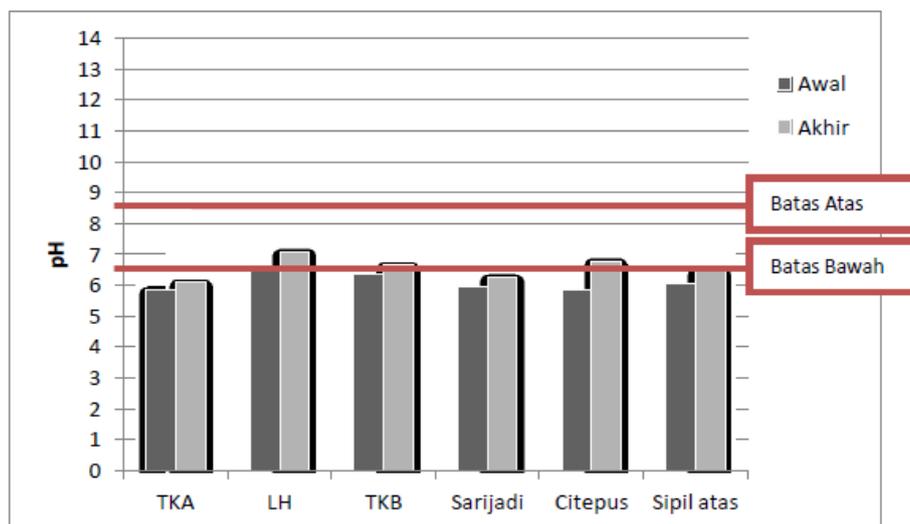
Parameter Analisis	Satuan	Batas Maksimum	Hasil Analisis Umpan
FISIKA			
Warna	TCU	15	5
Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau
Rasa	-	Tidak berasa	Tidak berasa
Kekeruhan	NTU	5	0,1
Konduktivitas	μ S	-	382
KIMIA			
pH	-	6,5-8,5	5,56
Besi (Fe)	mg/L	0,3	0,046
Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	114,35
Klorida (Cl)	mg/L	250	29,39
Mangan (Mn)	mg/L	0,4	0,05
Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/L	50	1,42
Nitrit (sebagai NO ₂)	mg/L	3	0,009
Sulfat (SO ₄)	mg/L	250	4,91
Zat Padat Terlarut	mg/L	500	267
Zat Organik	mg/L	10	3,02

Pengolahan menggunakan teknologi ultrafiltrasi dilakukan dengan variasi sumber air tanah. Total waktu operasi adalah 100 menit. Pengolahan air dilakukan pada suhu kamar ($24^{\circ} - 28^{\circ}$ Celcius). Produk yang dihasilkan harus sesuai dengan standar air minum yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dalam Kemenkes RI nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 sehingga pada penelitian ini dilakukan analisis seluruh parameter fisika, kimia, dan biologi untuk menguji kesesuaian produk air minum tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Proses Ultrafiltrasi terhadap pH

Setelah dilakukan proses pengolah air minum dengan metoda ultrafiltrasi tidak semua sumber air baku telah memenuhi persyaratan pH air minum (PERMENKES, 2010) yang berada pada kisaran 6,5 – 8,5. Masih terdapat nilai pH yang berada di bawah baku mutu yaitu hasil pengolahan yang berasal dari sumber air kran TKA dan Sarijadi yaitu pada 6,09 dan 6,26. Nilai pH yang rendah disebabkan oleh keberadaan kandungan mikromolekul pada air tersebut. Efisiensi kinerja membran ultrafiltrasi untuk peningkatan nilai pH rata-rata sebesar 6,7 %. Kondisi pH awal (sebelum pengolahan) dan pH akhir (sesudah pengolahan) ditunjukkan dalam Gambar 1.

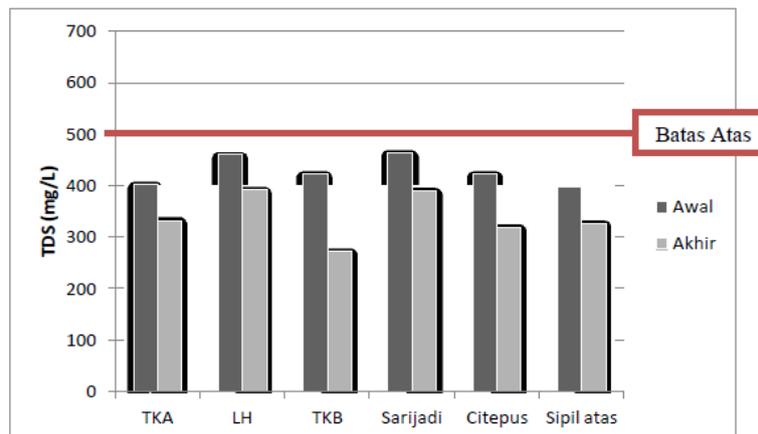


Gambar 1. Keasaman Air Umpan dan Hasil Pengolahan

3.2. Pengaruh Proses Ultrafiltrasi terhadap Total Padatan Terlarut

Baku mutu yang ditetapkan di literatur (PERMENKES, 2010) adalah sebesar 500 mg/L. Meskipun nilai total padatan terlarut (TDS) air umpan sudah memenuhi nilai baku mutu yang ditetapkan tetapi hasil pengolahan menggunakan

membran ultrafiltrasi menunjukkan sifat yang positif yaitu mengurangi nilai dari tiap-tiap total padatan terlarut (Gambar 2). Berdasarkan seluruh penurunan nilai total padatan terlarut yang terjadi diperoleh rata-rata efisiensi kinerja alat yaitu sebesar 21 %. Efisiensi penurunan total padatan terlarut umumnya dikenal dengan istilah Koefisien Rejeksi.



Gambar 2. Pengaruh Pengolahan Air Menggunakan Membran Ultrafiltrasi terhadap Total Padatan Terlarut

Penurunan TDS ini berhubungan dengan tingkat kesadahan air dan teroksidasinya ion-ion logam yang terkandung dalam air. Ion-ion logam yang terdapat dalam air mempunyai ukuran yang lebih kecil dari 0,1 μm tetapi kemungkinan ion-ion logam tersebut teroksidasi dan akan membentuk senyawa dengan ukuran yang lebih besar dan akan

tersaring oleh membran ataupun akan mengendap pada dasar wadah penampung air.

3.3. Hasil Akhir Pengolahan Air Menggunakan Membran Ultrafiltrasi

Analisis air tanah yang telah melewati proses ultrafiltrasi diberikan dalam Tabel 2.

*Tabel 2. Data Hasil Analisis Umpan dan Hasil Pengolahan**

Parameter Analisis	Satuan	Batas Maksimum	Hasil Analisis		Kinerja (%)
			Umpan	Hasil	
FISIKA					
Warna	TCU	15	5	0	100,00
Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	
Rasa	-	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	
Kekeruhan	NTU	5	0,1	0	100,00
Konduktivitas	μS	-	382	320	16,23
KIMIA					
pH	-	6,5-8,5	5,56	6,87	19,07
Besi (Fe)	mg/L	0,3	0,046	0	100,00
Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	114,35	147,62	-29,09
Klorida (Cl)	mg/L	250	29,39	33	-12,28
Mangan (Mn)	mg/L	0,4	0,05	0,04	20,00
Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/L	50	1,42	36,95	-2502,11
Nitrit (sebagai NO ₂)	mg/L	3	0,009	0,005	44,44
Sulfat (SO ₄)	mg/L	250	4,91	42,78	-771,28
Zat Padat Terlarut	mg/L	500	267	224	16,10
Zat Organik	mg/L	10	3,02	0,14	95,36

Sumber : Labkesmas

Bakumutu mengacu pada persyaratan air minum no 492/MENKES/PER/IV/2010

*Sumber air baku dari lab kimia atas

Kelayakan air minum yang dihasilkan dari proses pengolahan ultrafiltrasi dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 tersebut yang merupakan analisis dari laboratorium rujukan, dapat dilihat untuk parameter warna, kekeruhan dan kandungan besi menunjukkan hasil nol. Hal ini dapat menunjukkan bahwa kinerja alat mencapai 100% untuk parameter-parameter tersebut. Sedangkan untuk parameter konduktivitas, mangan, nitrit, TDS dan

zat organik, kandungannya dapat diturunkan. Adapun untuk parameter lainnya seperti kesadahan, klorida, nitrat dan sulfat menunjukkan peningkatan meskipun masih memenuhi standar baku mutu air minum. Berdasarkan hasil analisis parameter biologi pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa parameter biologi sudah memenuhi persyaratan air minum SNI-01-2332-1991.

Tabel 3. Parameter Biologi Air Umpan dan Hasil Pengolahan

Parameter Analisis	Baku Mutu	Hasil Analisis	
		Umpan	Hasil
Coliform	< 3	43	< 3
Colitinja	negatif	positif	negatif

Sumber Kabkesmas Setyabudi

Bakumutu mengacu pada persyaratan air minum SNI-01-2332-1991

4. KESIMPULAN

Alat pengolahan air minum portabel dengan media filter membran ultrafiltrasi berbentuk hollow fiber, berbahan dasar PVDF (Poly Vinylidene Flouride), dengan ukuran pori sebesar 0,1 μm , panjang 15 cm, dan sebanyak 148 dapat mengolah air tanah di lingkungan sekitar Politeknik Negeri Bandung menjadi air minum yang sesuai dengan standar air minum No. 492/MENKES/PER/IV/2010 dan SNI-01-2332-1991. Efisiensi kenaikan pH rata-rata sebesar 6,7 %, Koefisien Rejeksi (R) alat pengolahan sebesar 21 %, dan nilai Kandungan bakteri Colitinja adalah nol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan kepada Aldi Juliadi, Fitri Auliani, dan Putra Pradnya Paramita yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Viessman, W. dan Hammer, M. (1993). *Water Supply and Pollution Control*. New York: Hapercollins College Publishers.
- [2] Prahady, S., Prihantono, S., dan Rumaiza, A. (2015). Pengolahan Air Rawa Menjadi Air bersih di Daerah Timbangan Indralaya (-3,201341 LS 104,6513881 BT) Menggunakan Membran Ultrafiltrasi. *Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*.
- [3] Gomotsegang F. Molelekwa, M. S. Mukhola, B.V. der Bruggen, P. Luis (Agustus 2014). Preliminary Studies on Membrane Filtration for the Production of Potable Water: A Case of Tshaanda Rural Village in South Africa. *PLOS One Volume 9 Issue 8*, 1-10.
- [4] Nor, M. T. (1989). Ground Water Treatment by Ultrafiltration. *Jurnal Kejuruteraan 1*, 27-35.
- [5] Mark Rohit Francis, R. S. (2016). Effectiveness of Membrane Filtration to Improve Drinking Water: A Quasi-Experimental Study from Rural Southern India. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 95(5), 1192-1200.
- [6] Xia Sheng-ji, L. Y.-n.-j. (2007). Drinking water production by ultrafiltration of Songhuajiang River with PAC adsorption. *Journal of Environmental Sciences 19*, 536-539.