

PENERAPAN IPTEKS UNIT TERINTEGRASI ELEKTROKOAGULASI DAN ULTRAFILTRASI UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEMPE DI KELURAHAN CIMAH, KECAMATAN CIMAH TENGAH

Putu Teta Prihartini Aryanti¹, Febrianto Adi Nugroho² Susilowati³

^{1,2} Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani

³ Prodi Kesehatan Masyarakat, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Jenderal Achmad Yani

e-mail: teta.aryanti@yahoo.com, adinugroho2@yahoo.com,
satjadibrata.susi@gmail.com

Abstrak

Kelurahan Cimahi, Kecamatan Cimahi Tengah, Kota Cimahi memiliki dua permasalahan terkait dengan sumber air dan limbah. Masyarakat di daerah tersebut masih menggunakan air tanah yang mengandung kontaminan organik dan mineral terlarut. Sementara itu, limbah cair dari UKM tempe belum terolah secara baik sehingga mencemari sungai jika dibuang secara langsung. Kegiatan ini bertujuan menyediakan teknologi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, yaitu teknologi ultrafiltrasi (UF) dan unit terintegrasi elektrokoagulasi - ultrafiltrasi (EC-UF). Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dibagi dalam beberapa tahapan, meliputi koordinasi dengan masyarakat, sosialisasi tentang air bersih kepada masyarakat, instalasi unit EC-UF, dan training penggunaan alat. Hasil uji pengolahan air sumur dengan teknologi UF menunjukkan bahwa produk air memenuhi standar baku mutu air minum. Unit terintegrasi EC-UF mampu menurunkan tingkat kekeruhan limbah hingga dibawah 5 NTU dan menurunkan BOD hingga 60%. Unit EC dapat diintegrasikan dengan pengolahan biologi untuk menghasilkan produk yang lebih jernih. Teknologi ini dapat dijadikan sebagai alternatif teknologi ramah lingkungan untuk pengolahan air dan limbah cair industri.

Kata kunci: elektrokoagulasi, pengolahan air, pengolahan limbah, ultrafiltrasi, ramah lingkungan.

Abstract

Cimahi Subdistrict in Cimahi City, Indonesia has two problems related to clean water and tempe industry fluid waste. The communities Cimahi Subdistric used groundwater that contains high concentration of organic compounds as well as dissolved minerals. Meanwhile, the liquid waste from tempe industry was not treated properly, and consequently, it polluted the river when disposed directly. This activity provided technology to solve the mentioned problems in Cimahi Subdistrict, namely ultrafiltration (UF) and integrated electrocoagulation - ultrafiltration (EC-UF) units. This community service activities were divided into

several stages, including coordination and dissemination of clean water to the community, installation of the EC-UF unit, and training on the use of equipment. In groundwater treatment using UF membrane, the water product meet drinking water quality standards. The integrated EC-UF reduced the turbidity levels of tempeh industry wastewater to below 5 NTU and BOD by 60%. The EC units can be integrated with biological process as the second treatment to produce more clean effluent. This technology can be used as an alternative of green technology for water and industrial fluid waste management

Keywords : Electrocoagulation, water treatment, wastewater treatment, ultrafiltration, green technology

PENDAHULUAN

Ketersediaan air baku bersih yang terbebas dari kontaminan organik dan zat mineral terlarut masih menjadi permasalahan pada beberapa daerah di Kota Cimahi, termasuk di Kelurahan Cimahi RT/RW 07/02, Kecamatan Cimahi Tengah. Masyarakat di lokasi tersebut menggunakan air tanah yang mengandung kontaminan organik dan mineral terlarut untuk kebutuhan sehari. Tentu saja, air tersebut tidak sehat jika dikonsumsi secara langsung oleh warga, apalagi jika digunakan untuk produksi tempe oleh UKM pembuat tempe. Permasalahan lain yang dihadapi oleh warga adalah limbah cair tempe yang belum terolah secara baik jika dibuang ke lingkungan. Limbah cair tempe masih mengandung zat organik yang tinggi sehingga menimbulkan bau. Karena itu, perlu penyediaan unit pengolah air dan limbah cair yang mampu menyelesaikan permasalahan warga di Kelurahan Cimahi RT/RW 07/02.

Pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, unit pengolah air sumur yang disediakan untuk warga RT/RW 07/02 adalah membran ultrafiltrasi (UF) yang diintegrasikan

dengan unit karbon aktif dan resin penukar ion. Membran UF memiliki ukuran pori antara 0,001 μm (1 nm) – 0,1 μm (100 nm) (Baker, 2012). Dengan ukuran pori yang sangat kecil, membran UF memiliki selektivitas yang tinggi dalam penyisihan partikel, koloid, seyawa organik alam, dan mikroorganisme ketika diaplikasikan dalam pengolahan air permukaan (Aryanti et al., 2018b, Aryanti et al., 2018a). Unit karbon dan resin penukar ion menjerap kontaminan terlarut dan ion yang masih lolos dari membrane UF. Dengan demikian warga dapat mengkonsumsi air yang lebih bersih dan sehat.

Sementara itu, limbah cair industri tempe diolah dengan unit terintegrasi elektrokoagulasi dan ultrafiltrasi (EC-UF) (Nugroho et al., 2018). Elektrokoagulasi (EC) merupakan alternative proses teknologi pengendapan (sedimentasi) konvensional, yang mengkombinasikan proses koagulasi/flokulasi dan elektrokimia (Nugroho et al., 2019). Proses ini bertujuan untuk menggumpalkan partikel terlarut dalam air melalui destabilisasi atau penurunan gaya repulsif muatan antar partikel,

sehingga dapat mengendap dan terpisah dari larutan (air). Keunggulan dari proses EC adalah kemampuannya untuk mempercepat netralisasi muatan kontaminan melalui proses elektrolisis, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk aglomerasi dan settling partikel menjadi lebih cepat (Chezeau et al., 2019). Unit EC dapat diintegrasikan dengan pengolahan biologi untuk menghasilkan produk yang lebih jernih. Teknologi ini dapat dijadikan sebagai alternatif teknologi ramah lingkungan untuk pengolahan air dan limbah cair industri.

METODE

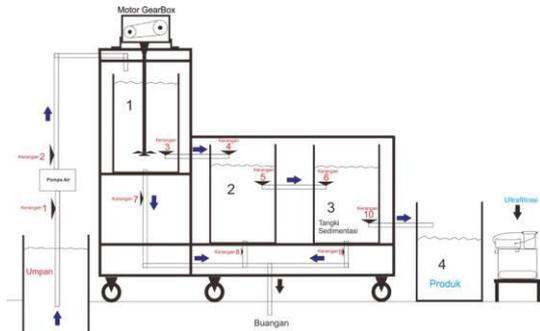
Pihak yang terlibat dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah warga Kelurahan Cimahi RT/RW 07/02 dan pelaku UKM pembuat tempe, tim kegiatan dari Universitas Jenderal Achmad Yani dan Kesehatan Masyarakat Stikes Unjani, serta mitra manufaktur (CV. Sarana Jaya Mineral), Dinas Perdagangan Koperasi UKM dan Perindustrian Kota Cimahi, dan Dinas Kesehatan Pemerintah Kota Cimahi (Disdagkoperin). Seluruh kegiatan dibagi dalam beberapa tahapan sebagai langkah pemecahan masalah kebutuhan air bersih dan pengolahan limbah cair industri tempe. Survey ke lokasi sumber air sumur masyarakat di Kelurahan Cimahi serta koordinasi dengan Dinas Pemerinta Kota Cimahi terkait (Dinas Perdagangan, Koperasi, Usaha Kecil dan Menengah, dan Perindustrian atau Disdagkoperin, Dinas Kesehatan, dan Kelurahan Cimahi) dilakukan untuk mendapatkan solusi atas permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat Kelurahan Cimahi terkait dengan air bersih dan

limbah industri tempe. Skematik unit membran UF dan unit teintegrasi EC-UF ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.

Unit membrane UF didesain untuk mengolah air dengan kapasitas produk sebesar 750 L/jam. Sebelum proses filtrasi menggunakan membrane UF, air sumur warga diolah menggunakan media filter untuk menyaring mineral-mineral terlarut dan partikel berukuran besar. Pengolahan awal ini berfungsi untuk meminimalisasi pembentukan fouling pada membran UF yang dapat memperpanjang umur pemakaian membran. Produk air hasil pengolahan air menggunakan membraneUF diuji untuk mengetahui kelayakan air hasil proses sebagai air baku untuk minum.



Gambar 1. Unit membran UF untuk pengolahan air sumur warga



Gambar 2. Unit terintegrasi EC-UF untuk pengolahan limbah cair tempe

Dalam proses elektrokoagulasi, NaOH ditambahkan ke dalam limbah cair tempe untuk proses penetralan. Proses elektrokoagulasi dilakukan dalam dua tahap proses batch dengan waktu tinggal masing-masing selama 1 (satu) jam, kemudian dialirkan ke tangki sedimentasi untuk proses pengendapan. Pada tangki ke-1, proses elektrokoagulasi dilakukan dengan proses pengadukan berkecepatan rendah agar koagulan yang terbentuk tersebar merata dalam limbah. Efluen hasil proses EC pada tangka ke-1 dialirkan ke tangki ke-2 untuk proses elektrokoagulasi lanjut tanpa pengadukan. Jumlah elektroda aluminium yang digunakan pada masing-masing reactor berjumlah 6 (enam) buah dengan konfigurasi 4 anoda dan 2 katoda. Kuat arus yang digunakan adalah sebesar 10 A. Selanjutnya, hasil koagulasi dari tangki ke-2 diendapkan dalam bak sedimentasi selama satu jam dan disaring menggunakan membrane UF.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diawali dengan kegiatan

koordinasi dan survey lokasi kegiatan. Koordinasi dilakukan dengan melibatkan disdagkoperin, dinas kesehatan, dan dinas lingkungan Pemkot Cimahi, serta pihak kelurahan Cimahi Tengah dan pelaku UKM tempe. Hasil uji coba kondisi operasi skala besar unit EC untuk pengolahan limbah cair industri tempe ditunjukkan pada Tabel 1. Kualitas efluen diukur dengan penurunan turbiditas dan BOD dalam limbah sebelum dan sesudah proses EC. Berdasarkan data pada Tabel 1, unit terintegrasi EC-UF menurunkan BOD limbah sebesar 60%. Hal ini disebabkan karena konsentrasi kontaminan organik yang tinggi pada limbah industri tempe yang tidak dapat diendapkan dalam reactor EC. Unit EC dapat diintegrasikan dengan proses pengolahan limbah secara biologi, seperti membran bioreactor (MBR), agar konsentrasi BOD dapat memenuhi standar baku mutu limbah tempe (Permen LH 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah dan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 2008 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Olahan Kedelai). Untuk memenuhi standar baku mutu limbah olahan kedelai. BOD harus lebih kecil dari 150 mg/L, COD harus lebih kecil dari 300 mg/L dan turbiditas lebih kecil dari 100 mg/L.

Hasil uji laboratorium untuk produk air hasil pengolahan air sumur dan air sungai menggunakan membrane UF ditunjukkan pada Tabel 2. Pengujian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung. Standar baku mutu mengacu kepada Permenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Berdasarkan hasil uji tersebut, teknologi UF terintegrasi karbon aktif dan resin penukar kation dapat digunakan sebagai alternatif teknologi untuk mengatasi permasalahan ketersediaan air baku untuk minum di Kota Cimahi

Adapun produk hasil pengolahan ditunjukkan dalam Gambar

3. Kedua teknologi, yaitu unit membran UF untuk pengolahan air sumur/air sungai dan unit terintegrasi EC-UF untuk pengolahan limbah cair industri tempe telah disosialisasikan ke masyarakat dengan dihadiri oleh Kepala Disdagkoperin dan Kepala Kelurahan Cimahi (Gambar 4).

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium Sampel Limbah Cair Tempe Hasil Pencucian Kedelai

Sampel	Turbiditas (NTU)	pH	BOD (mg/L)
Sampel Awal (Sebelum penambahan NaOH)	134	4	4526,4
Sampel Awal (sesudah penambahan NaOH)	386	7	-
Elektrokoagulasi Tangki 1	221	7	-
Elektrokoagulasi Tangki 2	245	7	-
Sedimentasi Tangki 3	237	7	-
Setelah proses UF	1.1	7	1797
% penurunan	99	-	60

Tabel 2. Hasil Uji Laboratorium Produk Air Bersih Hasil Pengolahan Air Sumur dan Air Sungai Menggunakan Unit Membrane Uf Selama 1 Jam Operasi Pada Tekanan 1 Bar.

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Sumber Air Sumur	Sumber Air Sungai
Bau	-	-	Tidak berbau	Tidak berbau
TDS	Mg/L	≤ 500	132	141
Kekeruhan	NTU	≤ 5	0.48	0.38
Rasa	-	-	Tidak berasa	Tidak berasa
Temperatur	°C	Suhu udara ± 3°	26.2	25.2
Warna	TCU	≤ 15	10	10
Besi	mg/L	≤ 0.3	0.0013	0.293
Kesadahan	mg/L	≤ 500	105	124
Mangan	mg/L	≤ 0.4	<0.025	<0.025
Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/L	≤ 50	0.045	7.18
Nitrit (Sebagai NO ₂)	mg/L	≤ 3	1.57	0.878

pH	mg/L	6.5 - 8.5	7.53	7.83
Zat organik	mg/L	≤ 10	6.38	3.89



(A)



(B)

Gambar 3. Produk hasil pengolahan : (A) Air Sumur Menggunakan Membrane UF dan (B) Limbah Cair Tempe Menggunakan Unit Terintegrasi EC-UF



Gambar 4. Kegiatan Sosialisasi Unit Membrane Ultrafiltrasi dan Unit Terintegrasi EC-UF di Kelurahan Cimahi RT/RW 07/02. Kecamatan Cimahi Tengah

KESIMPULAN

Kegiatan ini bertujuan untuk membantu masyarakat di Kelurahan Cimahi RT/RW 07/02. Kecamatan Cimahi Tengah yang mengalami masalah ketersediaan air baku untuk minum dan limbah industri cair tempe yang telah mencemari sungai di sekitar warga. Unit pengolah air dan limbah cair yang diberikan kepada masyarakat berupa unit membran ultrafiltrasi (UF) untuk mengolah air dan unit terintegrasi elektrokoagulasi-ultrafiltrasi (EC-UF) untuk mengolah limbah. Unit membran UF diintegrasikan dengan karbon aktif dan resin penukar kation. Hasil yang diperoleh bahwa produk air hasil pengolahan membran UF memenuhi standar baku mutu untuk air minum (No. 492/MENKES/PER/IV/2010). Sementara itu, unit terintegrasi EC-UF mampu menurunkan tingkat kekeruhan limbah hingga 99% dan BOD sebesar 70%. Perlu digabungkan dengan proses biologi agar dihasilkan produk air yang lebih jernih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas pendanaan kegiatan abdimas ini melalui Program Produk Teknologi yang di Desiminasikan ke Masyarakat Tahun Anggaran 2019.

DAFTAR PUSTAKA

Aryanti, P.T.P, Hakim, A.N, Widodo, S., Widiassa, I.N,& Wenten, I G. Prospect And Challenges Of Tight Ultrafiltration Membrane In Drinking Water Treatment.

Iop Conference Series: Materials Science And Engineering, 2018a. Iop Publishing, 012012.

Aryanti, P. T. P., Noviyani, A. M., Kurnia, M. F., Rahayu, D. A. & Nisa, A. Z. 2018b. Modified Polysulfone Ultrafiltration Membrane For Humic Acid Removal During Peat Water Treatment. *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 288, 012118.

Baker, R. W. 2012. Chapter 6. Ultrafiltration *Membrane Technology And Applications*. 3rd Edition Ed.: John Wiley & Sons.

Chezeau, B., Boudriche, L., Vial, C. & Boudjemaa, A. 2019. Treatment Of Dairy Wastewater By Electrocoagulation Process: Advantages Of Combined Iron/Aluminum Electrodes. *Separation Science And Technology*, 1-18.

Nugroho, F. A., Aryanti, P. T. P., Irawan, B., Kurnia, M. F. & Prasetyo, T. 2018. Integrated Electrocoagulation And Tight Ultrafiltration Membrane For Wastewater Reclamation And Reuse. *Reaktor*, 18, 209-215.

Nugroho, F. A., Aryanti, P. T. P., Nurhayati, S. & Muna, H. M. 2019. A Combined Electrocoagulation And Mixing Process For Contaminated River Water Treatment. *Aip Conference Proceedings*, 2097, 030017.