

JRL	Vol.13	No.1	Hal. 35 - 49	Jakarta, Juni 2020	p-ISSN : 2085.38616 e-ISSN : 2580-0442
-----	--------	------	--------------	-----------------------	---

DISEMINASI TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR SIAP DIMINUM BAGI MASYARAKAT STUDI KASUS: DISEMINASI DI PESANTREN SYUBBANUL YAUM TENAJAR KERTASEMAYA, INDRAMAYU JAWA BARAT

R. Haryoto Indriatmoko, Imam Setiadi dan Satmoko Yudo
Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT
Email: robertus.haryoto@bppt.go.id & imam.setiadi@bppt.go.id

Abstrak

Sampai dengan periode Januari 2016, kebutuhan air bersih nasional yang memenuhi sasaran Millenium Development Goals (mdgs), hanya 67% dari jumlah penduduk di Indonesia yang dapat mengakses air minum yang layak. Menyediakan air minum memiliki arti yang sangat penting dan strategis bagi masyarakat Indonesia terutama yang bermukim di wilayah dimana tidak tersedia air bersih atau di wilayah dengan keterbatasan sumber daya air. Dengan kondisi seperti ini mendorong untuk mengembangkan dan menerapkan teknologi pengolahan air yang sederhana, cepat, murah dan berkelanjutan. Pesantren Syubabanul Yaum di Kabupaten Indramayu Propinsi Jawa Barat telah dipilih sebagai lokasi penerapan teknologi Arsinum. Kualitas air baku yang tidak memenuhi syarat baku mutu air bersih menjadi alasan kenapa lokasi dipilih, disamping itu kebutuhan air minum sangat diperlukan oleh para santri dan masyarakat sekitarnya. Untuk memperoleh hasil yang tepat, akan dilakukan survei ke lokasi untuk mengambil sampel air baku dan menganalisanya di laboratorium, hasil dari analisa tersebut akan menjadi acuan perancangan teknologi pengolahan air yang tepat menyesuaikan dengan kondisi air bakunya yang nyata dari lokasi tersebut. Produk air minum yang dihasilkan oleh teknologi Arsinum yang sudah diaplikasikan di Pondok Pesantren Subbanul Yaum, telah dianalisa di laboratorium lingkungan dan dinyatakan memenuhi syarat air minum yang sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/IV/2010, tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Kata kunci: air minum, diseminasi teknologi, filtrasi, membrane teknologi

DISSEMINATION OF DRINKING WATER TREATMENT TECHNOLOGY FOR COMMUNITIES CASE STUDY: DISSEMINATION IN ISLAMIC BOARDING SCHOOL OF SYUBBANUL YAUM, REGENCY OF INDRAMAYU - WEST JAVA

Abstract

Until the period of January 2016, the national clean water needs that met the Millennium Development Goals (mdgs) target, only 67% of the population in Indonesia could access decent drinking water. Providing drinking water has a very important and strategic meaning for Indonesian people, especially those who live in areas where clean water is not available or in areas with limited water resources. With these conditions encourage to develop and implement water treatment technologies that are simple, fast, cheap and sustainable. Syubabanul Yaum Islamic Boarding School in Indramayu Regency, West Java Province has been chosen as the location for the application of Arsinum technology. The quality of raw water that does not meet the clean water quality standard is the reason why the location was chosen, besides that the need for drinking water is very much needed by the students and the surrounding community. To get the right results, a survey will be conducted to the location to take raw water samples and analyze them in the laboratory, the results of the analysis will be a reference for the design of water treatment technology that precisely adjusts to the actual raw water conditions of the location. Drinking water products produced by Arsinum technology that have been applied in the Subbanul Yaum Islamic Boarding School, have been analyzed in an environmental laboratory and are declared to have met the drinking water requirements in accordance with Indonesian Minister of Health Regulation No. 492 / MENKES / IV / 2010, concerning Drinking Water Quality Requirements.

Keywords: *drinking water, technology dissemination, filtration, membrane technology*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan air bersih nasional untuk dapat mencapai sasaran Millenium Development Goals (MDGs), dimana sampai periode Januari 2016, akses air minum baru dapat diakses oleh 67% dari jumlah penduduk di Indonesia. Kepedulian akan masalah kebutuhan air bersih nasional, maka Pusat Teknologi Lingkungan BPPT melaksanakan Program Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (PPTL) yang merupakan suatu program untuk mendukung peran BPPT dalam pembangunan nasional serta sesuai dengan Renstra BPPT 2015 – 2019 tentang Arah kebijakan dan strategi BPPT, khususnya untuk mendukung kemandirian bangsa melalui penyelenggaraan litbangyasa teknologi.

Penyediaan air minum yang sehat memiliki arti yang sangat penting dan strategis bagi masyarakat Indonesia terutama yang bermukim di wilayah rawan air atau di wilayah dengan keterbatasan sumber daya air yang baik. Kondisi demikian mendorong untuk mengembangkan teknologi tepat guna yang dapat mengatasi permasalahan air baku yang tidak baik (kualitas tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan) menjadi air yang layak minum secara instan dan cepat, sehingga semakin banyak orang yang dapat mengakses air bersih dan air minum. Akibat dari hal tersebut publikasi akan teknologi pengolahan air semakin tersebar dan semakin banyak diaplikasikan di Indonesia. Seperti telah diketahui bahwa kemudahan dalam mengakses air siap minum saat ini menjadi hak yang melekat untuk setiap orang, data menunjukkan bahwa pada tahun 2018 akses terhadap air minum sudah dapat dicapai oleh rakyat Indonesia

adalah 61,2 % (RPJM 2020-2024, Bappenas). Pemerintah menargetkan masyarakat dapat dengan mudah mengakses air minum yang aman mencapai 100 % pada tahun 2030. (BPS, 2016).

Teknologi Pengolahan Air Siap Diminum telah banyak dikembangkan oleh Pusat Teknologi Lingkungan yang disesuaikan dengan kualitas air baku dimasing-masing daerah. Untuk sumber air baku jenis air tawar telah dikembangkan teknologi Arsinum yaitu kepanjangan dari Air Siap Minum. Arsinum ini terdiri dari 3 komponen pengolahan air yaitu pengolahan pendahuluan (*pretreatment*), pengolahan tingkat lanjut berupa penyaringan dengan membrane, dan pengolahan akhir. Pengolahan pendahuluan adalah proses penyaringan dengan metode konvensional dimana air baku dari sumur ataupun sungai masih membawa polutan-polutan yang bersifat kasar seperti lumpur halus atau padatan tersuspensi lainnya dialirkan melewati media penyaring yang terdiri dari pasir kuarsa, *manganese greensand*, dan karbon aktif yang dapat menghilangkan partikel-partikel yang bersifat kasar tadi pada air baku. Hasil dari pengolahan pendahuluan tadi adalah air bersih yang akan diolah menjadi air siap minum. Kemudian air bersih yang siap diolah kemudian dialirkan ke penyaringan tingkat lanjut menggunakan media membrane *ultrafiltrasi* pada tahap ini penyaringan semakin halus dengan kemampuan menahan partikel sebesar 100 micron tetapi masih belum ampu untuk menahan mikroorganisme seperti mikroba ataupun bakteri yang terlarut pada air baku maka dari itu setelah melewati membrane *ultrafiltrasi* air olahan tadi dialirkan lagi menuju penyaringan tahap selanjutnya

menggunakan membrane *reverse osmosis* pada membrane inilah proses air minum dihasilkan. Dengan kemampuan menahan partikel sampai dengan 1000 micron membrane ini mampu memisahkan molekul air dari pengotor-pengotornya termasuk didalamnya mikroorganisme bakteri. Kemudian air minum yang dihasilkan Arsinum ditampung untuk dilakukan sterilisasi menggunakan lampu ultraviolet sebelum didistribusi kepada masyarakat. Sterilisasi ini disebut pengolahan akhir (*post treatment*) perlakuan ini diperlukan untuk mencegah rekontaminasi air minum karena bersentuhan dengan udara terbuka pada saat pengisian kedalam tangki penampung.

Teknologi Arsinum ini tidak hanya terbatas hanya pada sumber air baku air tawar saja, unit ini juga dapat didisain menyesuaikan dengan kondisi air baku setempat. Beberapa kriteria air yang dapat diolah dengan teknologi Arsinum ini diantaranya adalah, air baku air gambut, air payau pada muara-muara sungai, kombinasi air gambut dengan air payau bahkan air laut sekalipun.

Berbeda dengan teknologi Arsinum untuk air tawar, bagi daerah yang diderahnya tidak memiliki sumber air baku yang bersifat air tawar, teknologi Arsinum SWRO (*sea water reverse osmosis*) juga telah dikembangkan untuk penyediaan air bersih dan air siap diminum bagi daerah-daerah pesisir dan kepulauan kecil. Berbeda dengan teknologi Arsinum Air tawar, teknologi Arsinum SWRO ini menggunakan membrane *reverse osmosis* khusus untuk air laut yang dapat menurunkan total padatan terlarut pada air asin sampai dengan 98%. Kecepatan dalam proses penghilangan garam pada air laut membuat membrane ini menjadi pilihan yang sangat relevan pada saat

ini untuk diterapkan sebagai sarana penyediaan air minum di daerah pesisir atau pulau-pulau kecil. Arsinum SWRO ini mampu memproduksi air minum sampai dengan 6 liter per menit.

Pesantren Subbanul Yaum Tenajar, yang berlokasi di Kecamatan Kertasemaya, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat merupakan sebuah pesantren yang dibangun dengan tujuan untuk mendidik masyarakat dari sisi ilmu agama, ilmu pengetahuan dan teknologi. Untuk mencukupi kebutuhan air bersih dan air minum bagi para santri maupun pengurusnya mengandalkan sumber air tanah yang kualitasnya sangat tidak memenuhi persyaratan kesehatan karena mempunyai kekeruhan, padatan terlarut cukup tinggi, serta mengandung kadar mangan (Mn) melebihi baku mutu yang dipersyaratkan untuk standar kualitas air minum.

Dengan kondisi kualitas air baku tersebut, tidak dapat diharapkan Pesantren ini menghasilkan sumberdaya manusia yang unggul dan berdaya saing, baik dari segi Iman, Taqwa maupun Ilmu Pengetahuan (IMTAQ-IPTEK) sebagai aset terbesar bangsa.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, bantuan teknologi sangat diperlukan oleh Pesantren Subbanul Yaum Tenajar dapat menyediakan air bersih dan air siap minum yang memenuhi standar kualitas yang ditetapkan bagi para santri dan pengurusnya, untuk mendukung upaya mencetak Sumberdaya manusia unggul. Dengan misi yang sama, BPPT terpanggil untuk mendesiminasikan hasil inovasi teknologinya guna membantu Pesantren Subbanul Yaum Tenajar melaksanakan misi pendidikannya dengan sukses.

II. TUJUAN

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan menerapkan teknologi pengolahan air untuk meningkatkan kualitas air baku/sumur yang tidak memenuhi baku mutu kesehatan menjadi air siap minum yang sesuai dengan persyaratan Kementerian Kesehatan RI.

III. METODOLOGI

Tahapan yang dilalui dalam pelaksanaan diseminasi teknologi pengolahan air bersih adalah survey; merancang diagram alir dan detail desain unit air siap minum yang sesuai; konstruksi unit Arsinum dilokasi; penerapan teknologi.

a. Tahap Survei Awal

Kegiatan survei dilaksanakan dengan melakukan kunjungan ke lokasi calon penerima hibah unit Arsinum. Pada kegiatan survei ini diinventarisasi data-data yang dibutuhkan untuk penempatan unit, seperti kondisi air baku, kualitas air (pH dan TDS), kesiapan lahan, bangunan pelindung, kesiapan pengelola dan hal-hal teknis lainnya. Selain itu, lokasi penempatan Arsinum harus dipilih daerah yang sulit air dengan kualitas air yang tidak baik atau tidak bersih.

Persyaratan umum lokasi, air baku dan fasilitas untuk penempatan unit Arsinum adalah sebagai berikut:

1. Memastikan ada/tidaknya sumber air baku (sumber air apakah berasal dari sumur, sungai, PDAM atau air hujan)
2. Menentukan jenis air baku apakah tawar, payau atau asin
3. Kondisi air baku:
 - (a) *Total Dissolve Solid* (TDS) : maksimal 15.000 ppm
 - (b) Warna : jernih

(c) Kadar zat besi (Fe) : 2 ppm (maksimal)

(d) pH : 6 – 8

(e) Bau : tidak berbau

(f) Turbiditas : maksimal 1 NTU

4. Memastikan ketersediaan energi listrik: minimal 2200 watt
5. Memastikan ada/tidaknya bangunan pelindung untuk penempatan unit Arsinum;
6. Mencari informasi jumlah orang yang akan dilayani alat Arsinum;

b. Perancangan diagram alir dan detail desain unit air siap minum yang sesuai kondisi lokasi;

Berdasarkan hasil survey yang telah dilaksanakan, dibuat rancangan diagram alir dan detail desain unit air siap minum yang sesuai kondisi lokasi. Tahap ini sangat penting untuk memilih teknologi-teknologi yang akan digunakan dalam rangkaian Unit Arsinum yang akan dibuat/dirakit.

c. Konstruksi dan Instalasi Unit Arsinum Dilokasi

Konstruksi arsinum dilaksanakan di bengkel / workshop. Konstruksi meliputi pekerjaan perakitan unit-unit filtrasi seperti unit filtrasi multi media, unit ultra filtrasi dan membran Reverse Osmosis, pemasangan control panel untuk pompa umpan dan pompa high pressure serta perakitan asesoris unit dan lain lain. Unit-unit Arsinum yang telah dirakit ini selanjutnya dikirim kelokasi penempatan menggunakan kendaraan mobil truk.

Instalasi unit Arsinum dilokasi dilaksanakan dalam beberapa tahap, yang meliputi:

(a) Instalasi Unit *Pretreatment*

(b) Instalasi Unit Arsinum dan Pengujian Alat

(c) Instalasi Unit Post Treatment

(d) Penyusunan tata letak unit Arsinum

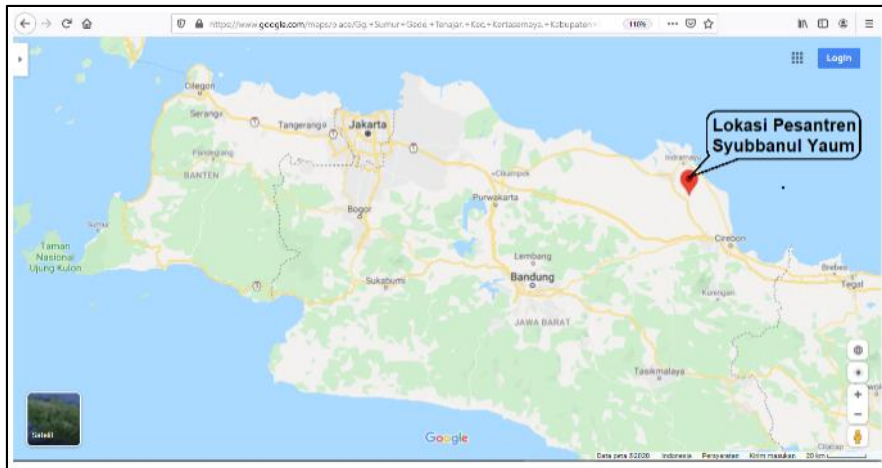
d. Pengujian kualitas hasil produksi arsinum

Menganalisa produk arsinum yang dihasilkan harus memenuhi standar baku mutu air minum yang dikeluarkan melalui Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 492/MENKES/IV/2010 tahun 2010.

e. Pelatihan Kepada Calon Operator

Pelatihan ini dimaksudkan untuk dilakukannya transfer teknologi kepada para calon operator yang akan mengoperasikan unit arsinum selanjutnya. Pelatihan ini merupakan tahapan yang sangat menentukan terhadap keberlanjutan (sustainable) unit arsinum.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Lokasi Pesantren Syubbanul Yaum, Kecamatan Kertasemaya, Kabupaten Indramayu Jawa Bara

Dari hasil survei dan pengukuran terhadap kualitas air sebuah sumur yang nantinya akan digunakan sebagai air baku arsinum, dapat diketahui bahwa :

- (a) *Total Dissolve Solid* (TDS) air baku sebesar 622 ppm
- (b) pH air adalah 6
- (c) sfat air sedikit keruh
- (d) sumber daya listrik PLN yang tersedia masih kecil
- (e) Informasi dari masyarakat bahwa debit air baku tidak pernah kering walaupun musim kemarau berkepanjangan.
- (f) Belum ada bangunan pelindung untuk penempatan unit arsinum, minimal ukuran 4 m x 6 m.

Dengan kondisi tersebut, maka untuk persiapan pemasangan unit arsinum di lokasi ini diperlukan beberapa prasarana, yaitu :

- (a) pompa air untuk memperoleh air baku,
- (b) tangki air bersih
- (c) penampung air baku
- (d) sumber listrik PLN harus dinaikkan oleh yayasan minimal sampai 5.000 watt

- (e) bangunan pelindung untuk penempatan unit arsinum

Untuk terlaksananya kerjasama antara pemberi hibah (BPPT) dan calon penerima hibah (Pondok Pesantren Subbanul Yaum) penyediaan sumberdaya listrik dan bangunan pelindung menjadi kewajiban Yayasan. Pihak Yayasan telah berkomitmen untuk segera membangun bangunan pelindung serta akan menambah daya listrik. Disamping hal-hal tersebut, untuk menjada agar unit arsinum nanti dapat beroperasi secara maksimum dan berkelanjutan, pihak Yayasan berkomitmen untuk menyediakan tenaga teknis (operator) dan tenaga managerial yang akan mengelola.

Secara lengkap hasil analisa air baku disampaikan dalam Tabel 1. Dari table ini diketahui bahwa nilai konsentrasi zat padat terlarut (*Total Dissolve Solid*/TDS) dan mangan (Mn) melebihi nilai baku mutu kualitas air minum yang dikeluarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 492/MENKES/IV/2010 tahun 2010.

Tabel 1. Hasil Analisa Kualitas Air Sumur/Baku di Pesantren Subbanul Yaum

No	PARAMETER	SATUAN	Baku Mutu	Hasil Air Baku
1	pH	-	6-9	6,08
2	Kekeruhan	NTU	5	3,78
3	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500	1400
4	Temperatur	°C	Air Normal	26
5	Klorida	mg/l	250	140
6	Kesadahan jumlah (CaCO ₃)	mg/l	500	217
7	Nitrit	mg/l	3	2,00
8	Nitrat	mg/l	50	19,4
9	Amonia	mg/l	1,5	<0,01
10	Sulfat	mg/l	250	<0,05
11	Flourida	mg/l	1,5	1,31
12	Besi (Fe) Terlarut	mg/l	0,3	<0,03
13	Kadmium (Cd) Terlarut	mg/l	0,003	<0,006
14	Mangan (Mn)	mg/l	0,4	1,68
15	Seng (Zn) Terlarut	mg/l	3	<0,01
16	Krom (Cr) Terlarut	mg/l	0,05	<0,06
17	Tembaga (Cu) Terlarut	mg/l	2	<0,02
18	Nikel (Ni) Terlarut	mg/l	0,07	<0,02

19	Total Coliform	mpn/100 mL	50	23
20	E Coli		0	-

Keterangan : Baku Mutu sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/IV/2010, tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Parameter TDS merupakan penting dan menentukan tingkat keberhasilan pengolahan air baku menjadi air siap minum. TDS merupakan partikel padat terlarut dalam air dalam bentuk mineral, logam, garam serta anion-kation yang terlarut dalam air (Hamida L.N, & Rahmayanti A. 2018). Kandungan TDS yang tinggi dalam air sangat tidak baik untuk kesehatan manusia (WHO, 2003).

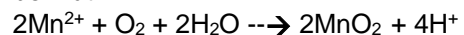
Mangan (Mn) adalah salah satu logam yang banyak ditemukan di air permukaan dan air tanah (G.V. Souisa & L.M.Y. Janwarin, 2018). Mangan dalam jumlah kecil (<0,5 mg/liter) dalam air tidak menimbulkan gangguan kesehatan, melainkan bermanfaat dalam menjaga kesehatan otak dan tulang. Tetapi dalam jumlah besar (>0,5 mg/liter) mangan dalam air dapat bersifat *neurotoksik* (zat beracun pada jaringan saraf) (Febrina, L. & Ayuna, A. 2015).

Hasil analisa analisa air baku yang telah diperoleh menjadi dasar didalam pembuatan /perancangan diagram alir dan detail desain unit air siap minum yang akan dibuat;

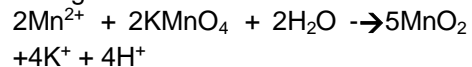
Pada umumnya metode yang sering digunakan untuk menghilangkan mangan dalam air adalah dengan cara oksidasi, antara lain dengan proses aerasi-filtrasi, proses khlorinasi-filtrasi dan proses oksidasi kalium permanganat-filtrasi dengan mangan zeolit (*manganese greensand*).

Hasil analisa kualitas air sumur di Pesantren Subbanul Yaum menunjukkan bahwa nilai konsentrasi mangan masih diatas baku mutu persyaratan air baku, maka dari itu diperlukan perlakuan tertentu untuk menurunkan konsentrasi mangan tersebut yaitu dengan cara gabungan proses aerasi dan proses oksidasi dengan cara injeksi larutan kalium permanganat serta filtrasi.

Proses aerasi adalah proses dimana udara ditambahkan kedalam air baku agar zat mangan yang ada di dalam air baku bereaksi dengan oksigen membentuk senyawa sebagai berikut :



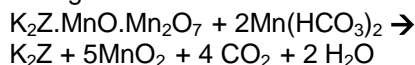
Kemudian proses oksidasi dengan membubuhkan atau menginjeksi dengan oksidator kalium permanganat kedalam air dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Larutan kalium permanganat secara kontinyu diinjeksikan ke dalam air baku sebelum proses filtrasi. Proses injeksi larutan kalium permanganat tersebut menggunakan pompa dosing yang dapat diatur laju pembubuhannya.

Setelah dilakukan aerasi dan injeksi kalium permanganat, selanjutnya dilakukan proses filtrasi yaitu memompa air baku tersebut ke tabung filter dengan media filter berisi mangan zeolit (*manganese greensand*). Mangan zeolit adalah mineral yang dapat menukar elektron sehingga dapat mengoksidasi

mangan yang larut di dalam air menjadi bentuk yang tidak larut sehingga dapat dipisahkan dengan filtrasi(8). Persamaan reaksinya sebagai berikut :



Filtrat yang terjadi mengandung mangan-dioksida yang tak larut dalam air dan dapat dipisahkan dengan pengendapan dan penyaringan.

Pada umumnya metode yang sering digunakan untuk menghilangkan mangan dalam air adalah dengan cara oksidasi, antara lain dengan proses aerasi-filtrasi, proses klorinasi-filtrasi dan proses oksidasi kalium permanganat dan filtrasi dengan media mangan zeolit (*manganese greensand*) (N.I. Said., 2008).

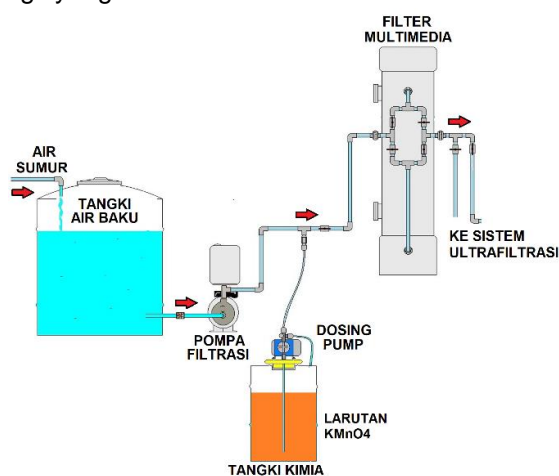
Mangan zeolit adalah mineral yang dapat menukar elektron sehingga dapat mengoksidasi mangan yang larut di dalam air menjadi bentuk yang tidak larut sehingga dapat dipisahkan dengan penyaringan (I. Setiadi & S. Yudo. 2018). Teknologi yang dimanfaatkan

untuk mengatasi masalah di atas dipilih menggunakan teknologi filtrasi dengan memanfaatkan teknologi oksidasi dan penyaringan (N.I. Said, 2011).

Berdasarkan kondisi air baku tersebut perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sehingga diperoleh air bersih dan kemudian ditingkatkan kualitasnya menjadi air siap minum.

Sistem pengolahan air minum yang dirancang adalah sebagai berikut :

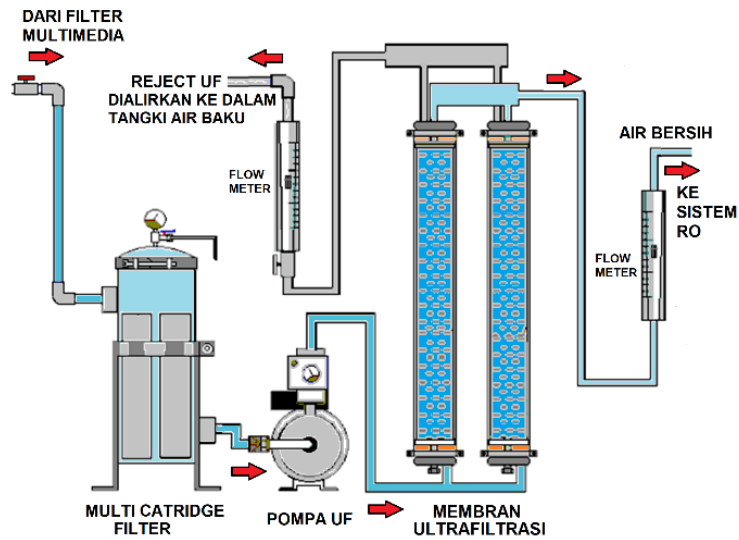
- 1) Pertama adalah mengolah air baku dengan menggunakan sistem filtrasi tingkat makro yang menghasilkan air bersih dengan mengoksidasi air baku dengan larutan oksidator ($KMnO_4$) dan menyaringnya dengan filtrasi multimedia (karbon aktif, manganese zeolit dan pasir silika). Filter multimedia ini akan menyaring kekeruhan dan hasil oksidasi zat besi dan mangan terlarut dengan $KMnO_4$. Hasilnya adalah air bersih yang akan dipakai sebagai air umpan penyaring
- 2) menggunakan membran ultrafiltrasi.



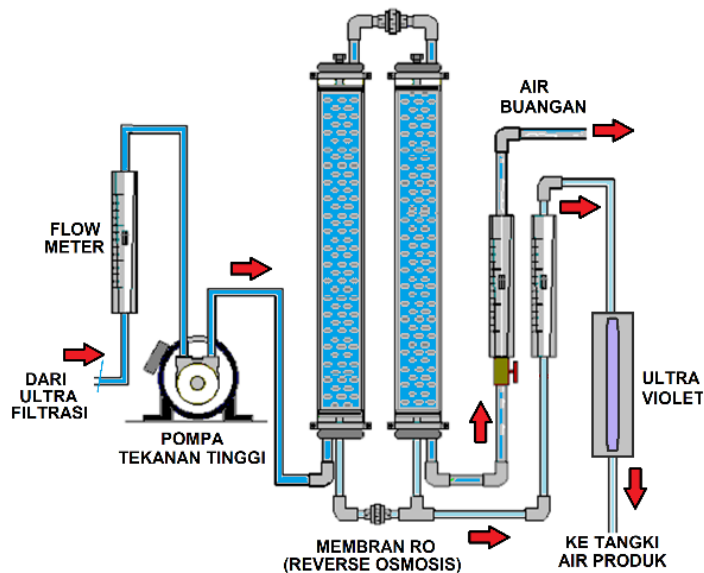
Gambar 2. Proses Oksidasi dengan $KMnO_4$ dan Filter Multimedia

- 3) Kedua adalah mengolah air dari hasil penyaringan tingkat pertama dengan penyaringan menggunakan membran ultrafiltrasi. Teknologi ultrafiltrasi ini dapat menurunkan parameter zat organik dan kekeruhan. Kelebihan teknologi membran ini mampu menghasilkan air bersih relatif cepat dan tidak menggunakan bahan kimia. (N.I. Said dan W. Widayat, 2014). Penyaringan ultrafiltrasi ini akan mengolah atau menyaring air bersih dengan kemampuan saringan sampai 1 micron selanjutnya air yang sudah di filter dengan penyaring tingkat makro tersebut disaring dengan penyaring tingkat ultrafiltrasi. Saringan ini akan mengolah air baku dengan dengan filtrasi antara 0,1 sampai 0,01 micron. Pada sistem penyaringan ultrafiltrasi ini pengaturan hasil penyaringan adalah dengan tekanan tidak lebih dari 2 bar dan dioperasikan dengan perbandingan 50% dibanding 50 % artinya yang diolah dan digunakan hanya 50 % dan sisanya sebagai air buangan (*reject*). Meskipun namanya air buangan, kondisi dari air ini cukup bersih dan ini ditambahkan ke dalam tangki air baku (Gambar 3).
- 4) Pengolahan yang ketiga adalah proses pengolahan filtrasi dengan menggunakan membrane *reverse osmosis* (RO). Sistem ini menggunakan pompa tekanan tinggi dan penyaring membran RO sampai dengan penyaringan 0,01-0,001 micron (Gambar 4). Air hasil produk yang dihasilkan oleh sistem ultrafiltrasi kemudian menjadi input sistem RO. Disain kriteria untuk input pengolah RO ini ditetapkan agar membrane RO tidak mengalami penyumbatan, dimana air baku tidak berwarna dan berbau serta kadar besi dan mangan sudah dibawah 0,1 ppm. Keuntungan menggunakan saringan membrane RO adalah air hasil olahan dapat menyaring virus dan garam terlarut akibatnya air hasil pengolahan steril, jernih, bersih dan siap diminum. Sedangkan kerugiannya garam-garam ikut tersaring yang menyebabkan TDS menjadi rendah dan pH air hasil olahan berkurang sehingga diperlukan tambahan mineral terlarut atau pH adjuster Corosex (*Magnesium Oxide*) untuk menambah mineral dan pH air hasil olahan. Biasanya perbandingan pengolahan ini menggunakan perbandingan 60:40 antara hasil air buangan (*reject*) dan air produksi.

5)



Gambar 3. Sistem filtrasi menggunakan membran Ultrafiltrasi (UF)



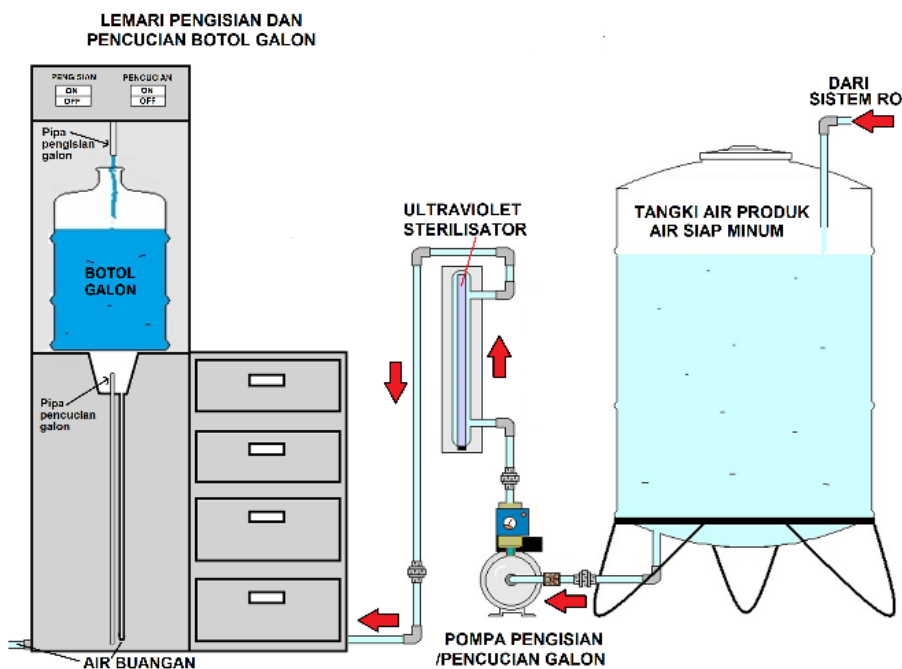
Gambar 4. Sistem filtrasi menggunakan membran Reverse Osmosis (RO)

Hasil rancangan tim teknis tersebut dapat dilihat pada Gambar 6. Rancangan disain inilah yang kemudian di install di lapangan dan menghasilkan 1 unit pengolah air

menjadi air siap minum yang dipasang di Pesantren Syubabanul Yaum di desa Tenajar Kertasemaya Indramayu Jawa Barat dan menghasilkan sistem pengolahan air siap minum dengan

kapasitas 5.000 liter per hari. Sebelum hasil produksi tersebut dimanfaatkan oleh masyarakat maka terlebih dahulu hasil produk tersebut di analisis di lab Teknologi Air bersih di BPPT. Hasil dari uji sampling arsenum tersebut adalah dari semula TDS tinggi setelah diolah dengan sistem menjadi 121 mg/l dengan tekanan operasi 8-10 bar dan kapasitas produksi 6-10 liter per menit dengan menghasilkan dari reject RO tawar untuk air bersih 14-15

liter per menit dengan TDS lebih dari 662 ppm. Kemudian nilai kadar mangan yang semula diatas baku mutu menjadi turun sebesar < 0,01. Dengan demikian penerapan pengolah air dengan sistem ini dapat menghasilkan air siap minum dan air bersih yang akan menambah produksi dan akses air minum kepada masyarakat banyak



Gambar 5. Tangki air produk dan lemari pengisian serta pencucian botol galon

Tabel 2. Hasil Analisa Kualitas Air Produk Arsinum di Pesantren Subbanul Yaum

No	PARAMETER	SATUAN	Baku Mutu	Hasil Air Baku
1	pH	-	6-9	7,10
2	Kekeruhan	NTU	5	0,81
3	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500	121
4	Temperatur	°C	Air Normal	26
5	Klorida	mg/l	250	0,38
6	Kesadahan jumlah (CaCO ₃)	mg/l	500	12,7
7	Nitrit	mg/l	3	<0,01
8	Nitrat	mg/l	50	<0,01
9	Amonia	mg/l	1,5	<0,01
10	Sulfat	mg/l	250	<0,05
11	Flourida	mg/l	1,5	<0,002

12	Besi (Fe) Terlarut	mg/l	0,3	<0,03
13	Kadmium (Cd) Terlarut	mg/l	0,003	<0,006
14	Mangan (Mn)	mg/l	0,4	<0,01
15	Seng (Zn) Terlarut	mg/l	3	<0,01
16	Krom (Cr) Terlarut	mg/l	0,05	<0,06
17	Tembaga (Cu) Terlarut	mg/l	2	<0,02
18	Nikel (Ni) Terlarut	mg/l	0,07	<0,02
19	Total Coliform	mpn/100 mL	50	0
20	E Coli		0	Negatif

Keterangan : Baku Mutu sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/IV/2010, tentang Persyaratan Kualitas Air Minum

Dari hasil analisa tersebut, dapat dinyatakan bahwa kualitas produk Arsinum yang dihasilkan dari Unit Pengolahan Arsinum yang terpasang

di Pesantren Subbanul Yaum arsinum ini telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan



Gambar 6. Unit Pengolahan Arsinum yang terpasang di Pesantren Subbanul Yaum

Keberlanjutan (*Sustainable*) unit arsinum sangat tergantung pada cara pengelolaan dan perawatan pihak penerima hibah, dalam hal ini Pesantren Subbanul Yaum. Untuk itu

perlu dilakukan transfer pengetahuan kepada calon operator yang akan mengoperasikan unit arsinum serta para pengelolanya.



Gambar 7. Pelatihan pengoperasian unit Arsinum kepada calon operator.

Pada tanggal 14 Desember 2019 alat pengolah Arsinum yang telah dibangun dan diserahkan oleh BPPT kepada pesantren Syubbanul Yaum dan untuk selanjutnya pengelolaan mulai dari perawatan, operasional sampai dengan pemasarannya menjadi tanggung jawab dari pesantren tersebut.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan sosialisasi program air siap minum ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Sistem yang dirancang ini selain dapat mengurangi kekeruhan koloid, menurunkan kadar zat terlarut (TDS) dan kadar mangan, juga dapat meningkatkan mutu air menjadi air siap minum.
2. Alat pengolah Arsinum ini menggunakan tenaga listrik yang cukup murah dan biaya ringan serta hasilnya memberikan keuntungan ekonomis.
3. Konsumen akan merasa puas terutama jika produk ini bermutu, tepat rasa, dan ketersediaan alat

produksi ada atau tersedia di pasaran.

4. Mudah dikembangkan atau ditingkatkan.

PERSANTUNAN

Disampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Direktur Pusat Teknologi Lingkungan yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan kegiatan pengembangan dan penerapan teknologi Arsinum di Pesantren Subbanul Yaum ini

DAFTAR PUSTAKA

- BPS, 2016. Potret Awal Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals) di Indonesia.
- L.N. Hamidah & A. Rahmayanti. 2018. Pemanfaatan zeolit dan karbon aktif dalam menurunkan jumlah bakteri pada filter Pengolah Air Payau. Conference Proceeding on Waste Treatment Technology, hal :113-118.

- World Health Organization/WHO, 2003. Total Dissolved Solids in Drinking Water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking water Quality.
- G.V. Souisa dan L.M.Y. Janwarin, 2018. Kualitas Sumur Gali di Dusun Wahakaim. Higeia Journal Of Public Health Research and Development. Vol. 2, No.3, 2018. pages: 612-621.
- Febrina, L. & Ayuna, A. 2015. Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. Jurnal Teknologi Vol. 7, No. 1, Hal.: 35-44. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Said, N.I. (2008). Buku Teknologi Pengelolaan Air Minum, Teori dan Pengalaman Praktis. Penerbit Pusat Teknologi Lingkungan, TPSA, BPPT.
- I. Setiadi dan S. Yudo. 2018. Implementasi Unit Pengolah Air Minum Untuk Menghilangkan Kadar Mangan (Mn) Tinggi Studi Kasus : Implementasi Pengolah Air Siap Minum Di Pondok Pesantren Ummul Quro, Kabupaten Trenggalek. Jurnal Air Indonesia, Vol. 10, No. 2. Hal. 91-96.
- Degremont. (1979). Water Treatment Handbook Fifth Edition. New York: John Willey and Son Environmental Protection Agency (2002), "Water Treatment Manuals: Coagulation, Flocculation & Clarification", Wexford, Irlandia.
- Haryoto I. R, 2019. Evaluasi Program Air Siap Minum di Kawasan Masyarakat Mandiri (Aplikasi Program 87 – 94 Arsinum di Pesantren Darunajah Indramayu Jawa Barat, *Jurnal Air Indonesia*. Volume 11, Nomor 2. Pusat Teknologi Lingkungan BPPT Jakarta.
- Metcalf dan Eddy, Inc. (2004). Wastewater Engineering, Treatment and Reuse. Ed. IV . McGraw-Hill, Singapura.
- Nusa I .S, 2011, Metoda penghilangan zat besi dan mangan di dalam penyediaan air minum domestik, *Jurnal Air Indonesia*, Nomor 1, Volume 7, Pusat Teknologi Lingkungan BPPT Jakarta
- N.I.Said & W.Widayat. 2014. Pilot Plant Unit Pengolahan Air Banjir Menjadi Air Bersih dengan Teknologi Ultrafiltrasi Untuk Kondisi Darurat. Buku Pengisian Air Tanah Buatan, Pemanenan Air Hujan dan Teknologi Pengolahan Air Hujan. BPPT Press.
- Rachmawati S DKK, 2009. Pengaruh Ph Pada Proses Koagulasi Dengan Koagulan Aluminum Sulfat Dan Ferri Klorida, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Nomor: 2 Volume 5, ISSN 1829-6572. Universitas Trisakti. Jakarta
- Robert J.Petersen, 1993. Composite reverse osmosis and nanofiltration membranes. *Journal of Membrane Science*, Volume 83, Issue 1, 12 August 1993, Pages 81-150