

## **RANCANG BANGUN SISTEM PENJERNIHAN DAN DEKONTAMINASI AIR SUNGAI BERBASIS BIOSAND FILTER DAN LAMPU ULTRAVIOLET**

*Endarko, Triswanto Putro, Nike Ika Nuzula, Nuning Armawati, Adi Wardana, Agus Rubiyanto dan Melania S Muntini*

*Jurusan Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya*  
Korespondensi Penulis : *endarko@physics.its.ac.id*

### **Abstract**

*Design and fabrication of appropriate technology (biosand filter) that is directly can be applied for community has successfully been carried out for providing clean water. The technology is adopted from slow sand filter method. Biosand filter that has been fabricated which is technology that is able to filter river water become clean water through filtration process from sand, gravel and an active carbon. For getting drinkable water from river water, biosand filter has been combined with reverse osmosis system and ultraviolet disinfection. System of reverse osmosis and ultraviolet disinfection are used to reduce any bacteria, virus and total dissolved solids (TDS) from treated water which is resulted from biosand filter process. The results from Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya (BBLKS) has been declared that treated water from biosand filter is met the test standards chemical and physical according to the regulation. Meanwhile the processed water from process through biosand filter, reverse osmosis and ultraviolet disinfection is got predicate as drinkable water with met the test standards microbiological, chemical and physical.*

**Keywords:** *biosand filter, reverse osmosis, ultraviolet, drinking water*

### **Abstrak**

*Telah berhasil dirancang dan dibuat teknologi tepat guna (biosand filter) yang langsung dapat diaplikasikan kepada masyarakat luas, yaitu berupa teknologi penyedia air bersih. Teknologi ini mengadopsi teknik penyaringan slow sand filter. Biosand filter yang dibuat merupakan teknologi penyaring air sungai menjadi air bersih, dengan media penyaring berupa pasir, kerikil, batuan kecil dan karbon aktif. Untuk mendapatkan air yang langsung siap diminum, pada penelitian ini, biosand filter dikombinasikan dengan reverse osmosis dan reaktor Ultraviolet yang mempunyai fungsi sebagai teknologi untuk sterilisasi dan dekontaminasi. Hasil pengujian laboratorium yang dikerjakan oleh Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya (BBLKS) menyatakan bahwa untuk proses pengolahan air sungai menjadi air bersih yang memanfaatkan teknologi biosand filter didapatkan air bersih yang memenuhi standard uji kimia dan fisika, sedangkan hasil pengujian air minum yang telah melalui proses kombinasi dari biosand filter, reverse osmosis dan reaktor ultraviolet didapat hasil yang memenuhi standard uji mikrobiologi, fisika dan kimia dan dinyatakan sebagai air yang layak untuk diminum langsung tanpa perlu dimasak lagi.*

**Kata kunci:** *biosand filter, reverse osmosis, ultraviolet, air minum*

### **Pendahuluan**

Air mempunyai peranan yang sangat vital bagi kehidupan di dunia ini, baik bagi tumbuhan, hewan maupun manusia. Sumber air dapat diperoleh dari mata air, air laut, danau, dan air sungai, tetapi hanya 3% saja dari sumber tersebut yang bisa dikonsumsi oleh manusia [1].

Dengan terbatasnya ketersediaan air terutama air bersih dan sehat bagi kehidupan manusia untuk keperluan sehari-harinya. Maka kebutuhan akan teknologi yang dapat mengolah sumber air sangatlah dibutuhkan. Fokus sumber air yang digunakan dalam penelitian adalah air sungai. Kegiatan utama yang dilakukan adalah rancang bangun

*biosand filter* untuk memproses air sungai menjadi air bersih yang langsung bisa diminum. Untuk mendapatkan air sehat dari sumber air sungai maka diperlukan teknologi penjernihan, sterilisasi dan dekontaminasi untuk mengolah air tersebut.

Meskipun kemajuan dan perkembangan teknologi untuk inaktivasi mikroba (*microbial*) sudah semakin maju, masalah-masalah dibidang kesehatan, penyakit-penyakit yang berhubungan dengan makanan dan air, masih terus tumbuh dan berkembang baik di negara maju dan negara berkembang. Banyak tipe-tipe bakteri, virus, *protozoa*, *yeast* dan jamur yang bertanggung jawab terhadap penyakit-penyakit tersebut, serta banyak teknologi dan metode dekontaminasi telah diteliti untuk mengurangi dan mengeliminasi patogen-patogen tersebut.

Sterilisasi adalah proses untuk membunuh atau mengeliminasi suatu mikroorganisme, dapat dicapai baik secara proses fisika maupun kimia. Metode yang telah digunakan untuk proses sterilisasi mencakup pemanfaatan panas, kimia, *electroporation*, dan *ionizing radiation* [2-8]. Untuk selanjutnya, pendekatan secara mekanik dapat dicapai untuk proses sterilisasi meliputi metode mencuci, menyaring, membersihkan, pemvakuman dan dehidrasi [9, 10].

Teknologi dekontaminasi berbasis cahaya adalah salah satu metode yang menjadi perhatian untuk aplikasi-aplikasi dekontaminasi karena efektif dan cepat dalam proses transfer energi dan cepat dalam proses membunuh mikroorganisme [11-15].

Mikroorganisme berinteraksi dengan cahaya melalui cara yang berbeda, proses tersebut bergantung pada panjang gelombang tertentu. Inaktivasi mikroba dengan menggunakan cahaya ultraviolet sudah sangat dikenal dan terbukti ampuh digunakan untuk mengeliminasi udara, air dan permukaan yang telah

terkontaminasi dengan patogen di lingkungan rumah sakit, industri makanan, fasilitas umum, pengolahan air bersih dan produk-produk pertanian [16-19].

Inaktivasi mikroba menggunakan penyinaran cahaya ultraviolet secara prinsip adalah penyerapan foton-foton UV-C oleh DNA mikroba, yang selanjutnya proses ini mengakibatkan kerusakan pada DNA dalam bentuk *mutagenic lesions* meliputi *cyclobutane pyrimidine dimers* (CPD) dan *pyrimidine-pyrimidone* 6-4 *photoproducts* (6-4PP), sehingga menyebabkan sel mikroba mati [20].

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan memanfaatkan cahaya ultraviolet meliputi pemakaian cahaya ultraviolet untuk proses pengolahan makanan cair [19], pengolahan makanan tradisional [21], proses dekontaminasi untuk pengemasan secara vakum dan produk tanpa kemasan ayam tanpa tulang [22], pengolahan air limbah [23], dan untuk proses dekontaminasi ruangan [17]. Dari uraian mengenai penelitian-penelitian yang telah dilakukan tersebut terlihat bahwa penelitian tentang pengembangan proses sterilisasi dan dekontaminasi berbasis cahaya ultraviolet sangat penting untuk dilakukan terutama dalam pengolahan sumber air untuk menghasilkan air bersih dan sehat.

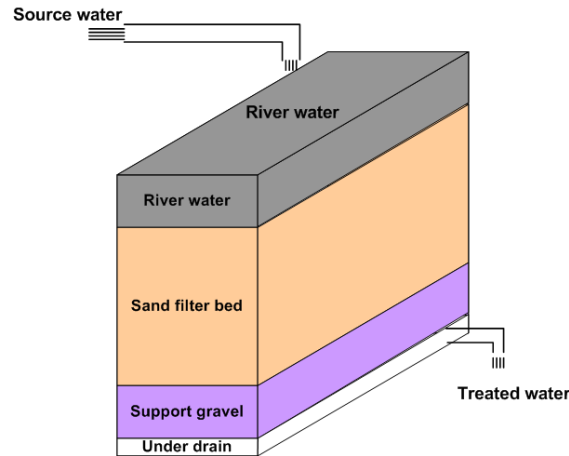
## Tinjauan Pustaka

### *Slow sand filtration*

Sketsa dari sistem *slow sand filtration* yang digunakan untuk tahap pertama dari proses penjernihan air sungai menjadi air bersih ditunjukkan dalam Gambar 1. *Slow sand filtration* adalah proses merembeskan air secara perlahan melalui tumpukan pasir berpori, dengan air masuk di atas permukaan filter, dan kemudian dikeringkan di bawah. Filter terdiri dari tangki, hamparan pasir halus, lapisan kerikil untuk mendukung pasir, sistem

*underdrains* untuk mengumpulkan air yang telah disaring, dan regulator arus untuk mengontrol laju filtrasi. Tidak ada

bahan kimia yang ditambahkan untuk membantu proses filtrasi [24].



**Gambar 1.** *Slow sand filtration.*

**Metode reverse osmosis**

Metode reverse osmosis adalah teknik penjernihan air dengan membran reverse osmosis yang mempunyai ukuran pemfilteran sebesar 0.0001 mikron, yang akan berfungsi menurunkan total dissolved solids (TDS) dalam air. Membran ini terbuat dari bahan semipermeable dan mampu menyaring kandungan logam, virus dan bakteri dalam air [25].

**Reaktor ultraviolet**

Gambar 2 menunjukkan *UV light disinfection* untuk proses sterilisasi dan dekontaminasi air yang telah diproses dalam *biosand filter* dan membran *reverse osmosis*. Sistem ini menjamin air minum yang dihasilkan

adalah benar-benar layak diminum, atau sistem ini menjamin tidak ada lagi kandungan bakteri dan virus dalam air apabila seluruh sistem dalam proses penyaringan air secara mekanik masih menghasilkan kandungan bakteri atau virus. Dalam sistem ini cahaya ultraviolet dihasilkan dari lampu dengan panjang gelombang pada daerah UV-C (254 nm). Berdasarkan penelitian sebelumnya menggunakan UV dengan panjang gelombang UV-C untuk proses dekontaminasi air, didapatkan hasil bahwa dengan dosis 80-120 mWs/cm<sup>2</sup> *Giardia lamblia* dapat di-inaktivasi dengan pengurangan 1-log<sub>10</sub>, dan pada dosis dosis 90-140 mWs/cm<sup>2</sup>, virus dapat di-inaktivasi dengan pengurangan 4-log<sub>10</sub> [26].



**Gambar 2.** Ultraviolet light disinfection.

### Standard kualitas air minum

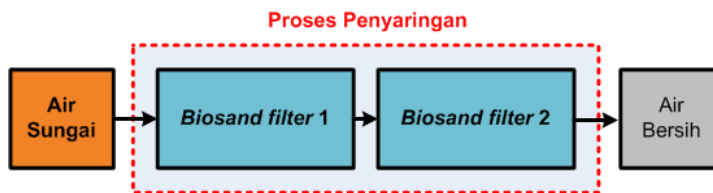
Menurut keputusan menteri kesehatan republik Indonesia NOMOR 907/MENKES/SK/VII/2002, tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum menyebutkan bahwa dalam rangka pengawasan air minum maka parameter kualitas air minimal yang perlu diuji adalah sebagai berikut [27]:

1. Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan meliputi parameter mikrobiologi dan kimia an-organik seperti E.coli, total koliform, arsen, fluoride, kromium-val.6, cadmium, sianida dan selenium.
2. Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan

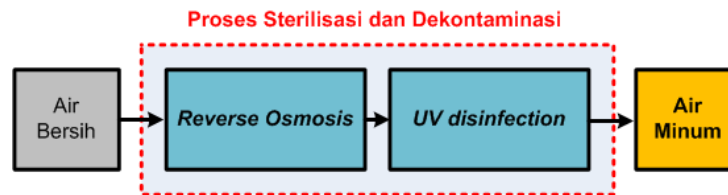
meliputi parameter fisik seperti bau, warna, jumlah zat padat terlarut, rasa, suhu, kekeruhan, dan parameter kimiawi seperti aluminium, besi, ksdahan, klorida, mangan, pH, seng, sulfat, tembaga, ammonia.

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengolah air sungai menjadi air bersih dan sehat yang langsung bisa diminum. Maka kegiatan penelitian ini dibagi menjadi dua bagian utama: (1) Rancang bangun reaktor untuk proses penjernihan air sungai menjadi air bersih (Gambar 3) dan (2) Rancang bangun reaktor untuk proses sterilisasi dan dekontaminasi (Gambar 4).



**Gambar 3.** Proses penyaringan dari air sungai menjadi air bersih.



**Gambar 4.** Proses sterilisasi dan dekontaminasi air.

*Biosand filter* yang telah dibuat adalah dengan menggabungkan beberapa filter pasir dan batuan serta karbon aktif yang diletakkan dengan model lapis demi lapis. Filter batuan dan pasir berfungsi untuk menyaring kotoran air mulai dari yang makro hingga kotoran mikro, serta mampu mengurangi 90 – 99% dari patogen yang ditemukan dalam air [24]. Sementara karbon aktif digunakan untuk menyaring dan menghilangkan klorin,

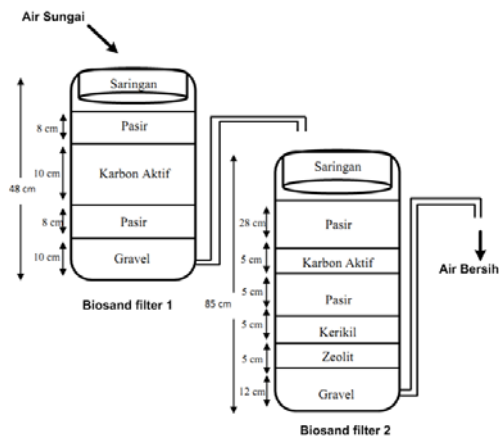
sedimen, bau dan volatile senyawa organik (*volatile organic compounds* atau VOC) dari air. Setelah melalui proses penyaringan melalui *biosand filter*, kemudian dilakukan teknik penjernihan air dan sterilisasi dengan metode *reverse osmosis* dan penyinaran cahaya ultraviolet.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Perancangan Biosand Filter

Biosand filter hasil penelitian ditunjukkan pada Gambar 5. Biosand filter dibuat dengan menggabungkan filter pasir dan filter batuan yang diletakan dengan model lapis demi lapis. Hal itu dilakukan agar pasir dan batuan dapat menyaring kotoran air mulai dari yang makro hingga kotoran mikro, selain itu juga didalam biosand filter diberi karbon aktif yang berfungsi sebagai penghilang bau, biosand juga dapat berfungsi untuk mengurangi bakteri yang terkandung dalam air.

Satu kali penyaringan dalam satu buah biosand filter, kurang memberikan hasil yang optimum pada air sungai yang akan disaring. Hal ini terlihat pada hasil penelitian tahap sebelumnya bahwa hasil uji laboratorium menyatakan air sungai hasil penyaringan satu buah biosand saja tidak layak sebagai air minum tetapi masih layak sebagai air bersih. Oleh karena itu pada penelitian tahap akhir ini, air sungai disaring sebanyak dua kali dalam dua *biosand Filter*.



**Gambar 5.** Desain Filter Biosand yang telah dibuat.

Setiap lapisan filter mempunyai fungsi masing masing dan sesuai dengan ketebalannya. Bakteri pathogen yang terkandung dalam air akan terperangkap dalam ruang antara butir pasir dan kerikil. Urutan lapisan yang pertama adalah pasir setebal 28 cm berfungsi untuk mengikat kotoran mikroorganisme, urutan yang kedua adalah karbon aktif untuk menghilangkan bau pada air, penghilangan warna, bau penghilangan resin, urutan yang ketiga yaitu pasir lagi setebal 10 cm yang berfungsi untuk menyaring sisa mikro organisme yang masih tertinggal. Urutan keempat

adalah kerikil dengan tebal 5 cm, kerikil ini berfungsi untuk menahan pasir – pasir yang mengalir pada air, penyaring setelah pasir aktif. Urutan kelima yaitu zeolite dengan ketebalan 5 cm. zeolite ini berfungsi sebagai filter kimia.

Karena zeolite merupakan salah satu penukar ion alami yang banyak tersedia. Sehingga zeolite dapat digunakan sebagai penghilang polutan kimia, dan juga dapat mengikat bakteri *E. Coli*. Dan urutan terakhir yaitu gravel dengan ketebalan 12 cm. gravel ini berfungsi sebagai lapisan penahan pada filter pasir, filter zeolit maupun filter karbon aktif. Semua bahan ini

diletakkan secara berurutan pada tabung besang yang berukuran tinggi 85 cm dan diameter 30 cm. diatas tabung terdapat tutup tabung agar dapat mencegah kontaminasi dan hama yang tidak diinginkan tidak dapat masuk kedalam tabung filter. Dan diantara tutup tabung dengan pasir terdapat saringan alumunium yang berfungsi untuk membersihkan air dari kotoran dan organisme kecil yang ada pada air keruh. Dan diatas pasir terdapat zona air yang berfungsi untuk meneruskan air keruh ke pasir basah dan sementara membiarkan lolos oksigen yang akan ke lapisan berikutnya.

**Hasil proses pengolahan air sungai menjadi air minum**

Bagan dari proses pengolahan air sungai menjadi air bersih dan air siap minum terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. Gambar 6 menunjukkan proses pengolahan air sungai menjadi air bersih yang melalui dua model biosand filter. Sementara pada Gambar 7 adalah proses pengolahan air bersih yang berasal dari biosand filter menjadi air yang siap minum melalui proses sterilisasi dengan teknologi *reverse osmosis* dan proses dekontaminasi pada reaktor Ultraviolet.



**Gambar 6.** Proses pengolahan air sungai menjadi air bersih melalui biosand filter.



**Gambar 7.** Proses pengolahan air bersih menjadi air siap minum melalui *Reverse osmosis* dan reaktor Ultraviolet.

**Hasil Uji Air**

*Biosand filter* dan RO (*Reverse Osmosis*) diharapkan dapat menghilangkan 90-99% dari patogen yang ditemukan dalam air. Air yang akan disaring adalah air dari bantaran air sungai Jl. Kali Jagir Surabaya depan

kampus STIKOM dan STIKES Surabaya. Gambar 8 sampai Gambar 10 berturut-turut melihat hasil uji laboratorium yang dikeluarkan oleh Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya (BBLKS).

<b>HASIL PEMERIKSAAN MIKROBIOLOGI AIR BERSIH</b> <small>Sesuai Permenkes RI No.416 / Menkes / Per / IX / 1990</small>					<b>HASIL PEMERIKSAAN MIKROBIOLOGI AIR BERSIH</b> <small>Sesuai Permenkes RI No.416 / Menkes / Per / IX / 1990</small>				
Nomor : L012420 / 295 AB / Bakt.Snt / IX / 2012 Jenis bahan : 1 (satu) Contoh <b>AIR BERSIH (AIR SUNGAI JAGIR)</b> Diambil oleh : Pengirim sendiri Dikirim oleh : ENDARKO, Ph.D Alamat : Jurusan Fisika FMIPA ITS Diterima tanggal : 28 September 2012					Nomor : L012420 / 296 AB / Bakt.Snt / IX / 2012 Jenis bahan : 1 (satu) Contoh <b>AIR BERSIH (AIR SETELAH MELEWATI BIOSAND FILTER)</b> Diambil oleh : Pengirim sendiri Dikirim oleh : ENDARKO, Ph.D Alamat : Jurusan Fisika FMIPA ITS Diterima tanggal : 28 September 2012				
No	Contoh Air	Total Koliform (Juml per 100 ml)	Batas Maksimum	Keterangan	No	Contoh Air	Total Koliform (Juml per 100 ml)	Batas Maksimum	Keterangan
1.	Air Bersih (Air Sungai Jagir)	≥ 2400	50		1.	Air Bersih (Setelah melewati Biosand Filter)	≥ 240	10	

(a)

(b)

**Gambar 8.** Hasil pemeriksaan mikrobiologi air bersih, a) air sungai Jagir dan b) air sungai Jagir yang telah melalui proses penyaringan lewat *biosand filter*.

<b>HASIL PENGUJIAN CONTOH AIR BERSIH</b>					
Nomor : L012420 / 410 / AM / IX / 2012 Dikirim Oleh : <b>ENDARKO Ph.D</b> Alamat : <b>Jurusan Fisika FMIPA ITS</b> Jenis Contoh Air : Air Biosand Filter Contoh diambil oleh : Yang bersangkutan Tanggal pengambilan Contoh : 28 September 2012 Tanggal diterima di BBLK : 28 September 2012 Tanggal dikerjakan : 28 September 2012 – 12 Oktober 2012 Kondisi Contoh : Jernih, dikemas dalam botol plastik, Vol ±1,5 L					
NO.	PARAMETER	METODE	SATUAN	HASIL	BATAS MAKS AIR BERSIH PERMENKES RI 416/MENKES/PER/IX/1990
<b>A. FISIKA</b>					
1.	Bau	Organoleptis	-	Normal	-
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	Gravimetri	mg/L	310,0	1500
3.	Kekeruhan	Turbidimetri	Skala NTU	0,28	25
4.	Rasa	Organoleptis	-	Normal	-
5.	Suhu	Elektrometri	°C	24,1	Suhu udara ± 3°C
6.	Warna	Nephelometri	Skala TCU	0,0	50
<b>B. KIMIAWI</b>					
1.	Air Raksa	AAS	mg/L	0,000	0,001
2.	Arsen	AAS	mg/L	0,000	0,05
3.	Besi	AAS	mg/L	< 1,00 0,120	1,0
4.	Fluorida	Spektrofotometri	mg/L	0,019	1,5
5.	Kadmium	AAS	mg/L	0,000	0,005
6.	Kesalahan sbg CaCO <sub>3</sub>	Titrimetri	mg/L	196,40	500,0
7.	Klorida	Titrimetri	mg/L	63,90	600,0
8.	Kromium Valensi 6	Spektrofotometri	mg/L	0,000	0,05
9.	Mangan	AAS	mg/L	0,054	0,50
10.	Nitrat	Spektrofotometri	mg/L	2,967	10,0
11.	Nitrit	Spektrofotometri	mg/L	0,013	1,0
12.	pH	Elektrometri	-	8,21	6,5 – 9,0
13.	Selenium	AAS	mg/L	-	0,01
14.	Seng	AAS	mg/L	< 1,00 0,019	15,0
15.	Sianida	AAS	mg/L	0,000	0,10
16.	Sulfat	Spektrofotometri	mg/L	25,155	400,0
17.	Timbal	AAS	mg/L	0,017	0,05
18.	Deterjen	Spektrofotometri	mg/L	0,000	0,5
19.	Zat Organik	Titrimetri	mg/L	4,309	10,0

**Gambar 9.** Hasil pengujian air bersih hasil pengolahan air sungai dengan *biosand filter*.

Dari hasil yang ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9, terlihat bahwa air bersih hasil pengolahan biosand filter

telah memenuhi standar air bersih secara uji fisika dan kimia tetapi masih kurang memenuhi syarat secara hasil uji


mikrobiologi. Hal ini dikarenakan biosand filter yang digunakan tidak kontinyu digunakan. Sehingga sebagai filter biologi belum bekerja maksimal dalam menyaring bakteri pathogen. Hasil pengujian air yang telah melalui proses penyaringan biosand filter,

reverse osmosis dan reaktor Ultraviolet ditunjukkan oleh Gambar 10. Hasilnya menunjukkan bahwa air minum yang dihasilkan memenuhi standard secara mikrobiologi dan uji fisika dan kimia.

**HASIL PEMERIKSAAN MIKROBIOLOGI MINUMAN**  
Sesuai SK, Dir.Jen.POM No.03726/B/SK/VII/09

Nomor : L012420 / 223 AMDK / Bakt. Snt / IX / 2012  
 Jenis bahan : 1 (satu) Contoh **AIR MINUM (SETELAH MELEWATI RO + UV)**  
 Diambil oleh : Pengirim sendiri  
 Dikirim oleh : ENDARKO, Ph.D  
 Alamat : Jurusan Fisika FMIPA ITS  
 Diterima tanggal : 28 September 2012

Macam Pemeriksaan	Hasil	Batas Maksimum	Keterangan
1. ALT (Jumlah koloni/ml)	0	10 <sup>2</sup>	
2. MPN Coliform/100 ml	0	< 3	
3. Escherichia coli	Negatif	Negatif	
4. Clostridium perfringens	Negatif	Negatif	
5. Salmonella	Negatif	Negatif	

05 Oktober 2012  
Kepala Instalasi Bakteriologi Sanitasi,  
  
 Sorta Pardede, A Mdk  
 NIP. 19605051989022001

**Kesimpulan:**  
 - Contoh air tersebut diatas memenuhi syarat sebagai air minum

**Perhatian:**  
 - Hasil pemeriksaan hanya untuk contoh diatas  
 - Hasil pemeriksaan ini tidak dapat dipergunakan sebagai dasar / rujukan  
 - Disamping menggunakan dokumen ini, tetap sejenak BBLK-Surabaya

(a)

**HASIL PENGUJIAN CONTOH AIR MINUM**

Nomor : L012420 / 413 / AM / IX / 2012  
 Dikirim oleh : ENDARKO Ph.D  
 Alamat : Jurusan Fisika FMIPA ITS  
 Jenis Contoh Air : Air RO + UV  
 Contoh diambil oleh : Yang bersangkutan  
 Tanggal pengambilan Contoh : 28 September 2012  
 Tanggal diterima di BBLK : 28 September 2012  
 Tanggal dikerjakan : 28 September 2012 - 12 Oktober 2012  
 Kondisi Contoh : jernih, dikemas dalam kemasan botol plastik, Volume ± 1,5L

NO.	PARAMETER	METODE	SATUAN	HASIL	BATAS MAKS AIR MINUM KEPMENKES RI No.412/MEKES/PO/10/2008
<b>A. FISIKA</b>					
1.	Bau	Organoleptis	-	Normal	-
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	Gravimetri	mg/L	52,0	500
3.	Kekeruhan	Turbidimetri	Skala NTU	0,14	5
4.	Rasa	Organoleptis	-	Normal	-
5.	Suhu	Elektrometri	°C	23,7	Suhu udara ± 3°C
6.	Warna	Nephelometri	Skala TCU	0,00	15
<b>B. KIMIAWI</b>					
1.	Aluminium	AAS	mg/L	Tak terdeteksi	0,2
2.	Arsen	AAS	mg/L	Tak terdeteksi	0,01
3.	Besi	AAS	mg/L	< 0,0120	0,3
4.	Fluorida	Spektrometri	mg/L	0,074	1,5
5.	Kadmium	AAS	mg/L	Tak terdeteksi	0,003
6.	Kesadahan (sebagai CaCO <sub>3</sub> )	Titrimetri	mg/L	22,58	500
7.	Klorida	Titrimetri	mg/L	5,48	250
8.	Kromium Total	AAS	mg/L	Tak terdeteksi	0,05
9.	Mangan	AAS	mg/L	< 0,022	0,4
10.	Nitrat	Spektrometri	mg/L	7,709	50,0
11.	Nitrit	Spektrometri	mg/L	0,047	3,0
12.	Amonia	Spektrometri	mg/L	0,000	1,5
13.	pH	Elektrometri	-	7,87	6,5 - 8,5
14.	Selenium	AAS	µg/L	-	0,01
15.	Seng	AAS	mg/L	0,842	3,0
16.	Sulfida	Spektrometri	mg/L	Tak terdeteksi	0,07
17.	Sulfat	Spektrometri	mg/L	5,705	250
18.	Timbaga	AAS	mg/L	< 0,0032	2,0

(b)

**Gambar 10.** Hasil pengujian air minum yang berasal dari air sungai yang telah melalui proses di biosand filter, reverse osmosis dan reaktor Ultraviolet, a) hasil pemeriksaan mikrobiologi dan b) hasil pengujian fisika dan kimia.

**Kesimpulan**

Dari serangkaian hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah berhasil merancang dan membangun sistem biosand filter yang berfungsi untuk mengolah air sungai menjadi air bersih.
2. Penelitian ini telah berhasil merancang dan membangun sistem pengolahan air sungai menjadi air yang siap minum.
3. Hasil pengujian air bersih yang dihasilkan melalui proses

penyaringan biosand filter memberikan penilaian bahwa air yang diperoleh memenuhi standard sebagai air bersih baik secara fisika dan kimia.

4. Hasil pengujian air minum yang dihasilkan melalui proses biosand filter, reverse osmosis dan sterilisasi (reaktor Ultraviolet) dinyatakan layak konsumsi secara mikrobiologi dan uji kimia dan fisika



## Daftar Pustaka

- [1] Suripin, Pelesteraian Sumber Daya Tanah dan Air, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2001
- [2] M. Okochi and T. Matsunaga, "Electrochemical sterilization of bacteria using a graphite electrode modified with adsorbed ferrocene," *Electrochimica Acta*, Vol. 42, pp. 3247 - 3250, 1997.
- [3] L.Z.J. Toth, "The sterilizing effect of ethylene oxide vapor on different micro-organisms," *Archiv fur Mikrobiologie*, Vol. Bd.32, pp. S.409-410, 1959.
- [4] B.J. Park, J.-C.P. D. H. Lee, I.-S. Lee, K.-Y. Lee, S.O. Hyun, M.-S. Chun, and K.-H. Chung, "Sterilization using a microwave-induced argon plasma system at atmospheric pressure," *PHYSICS OF PLASMAS*, Vol. 10, No. 11, pp. 4539 - 4544, 2003.
- [5] K. Lee, K.-h. Paek, W.-T. Ju, and Y. Lee, "Sterilization of Bacteria, Yeast, and Bacterial Endospores by Atmospheric-Pressure Cold Plasma using Helium and Oxygen," *The Journal of Microbiology*, Vol. 44, No. 3, pp. 269 - 275, 2006.
- [6] P. Muraca, J.E. Stout, and V.L. Yu, "Comparative Assessment of Chlorine, Heat, Ozone, and UV Light for Killing Legionella pneumophila within a Model Plumbing System," *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 53, No. 2, pp. 447-453, February 1987.
- [7] E.M. Darmady, K.E.A. Hughes, J.D. Jones, D. Prince, and W. Tuke, "Sterilization by dry heat," *J. clin. Path.*, Vol. 14, pp. 38 - 44, 1961.
- [8] N.J. Rowan, S.J. MacGregor, J.G. Anderson, R.A. Fouracre, and O. Farish, "Pulsed electric field inactivation of diarrhoeagenic Bacillus cereus through irreversible electroporation," *Letters in Applied Microbiology*, Vol. 31, pp. 110 - 114, 2000.
- [9] S.T. Seet, J.R. Heil, S.J. Leonard, and W.D. Brown, "High Vacuum Flame Sterilization of Canned Diced Tuna: Preliminary Process Development and Quality Evaluation," *J Food Sci*, Vol. 48, No. 2, pp. 364-369, 1983.
- [10] S.G. Hong, H.M. Park, and K.H. Cho, "Development of a Washing, Sterilization, Dehydrating System for Leaf Vegetables," in *The 4<sup>th</sup> International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB)*, Taichung, Taiwan, pp. PO-102 - PO-107, 2008.
- [11] T.H.O.a.W.C. J. Dunn, "Pulsed-light treatment of food and packaging," *Food Technology and Biotechnology*, Vol. 49, No. 9, pp. 95-99, 1995.
- [12] K.F. McDonald, R.D. Curry, T.E. Clevenger, K. Unklesbay, A. Eisenstark, and J. Golden, "A comparison of pulsed and continuous Ultraviolet light sources for the decontamination of surfaces," *IEEE Trans. Plasma Sci.*, Vol. 28, No. 5, pp. 1581-1587, October 2000.
- [13] S.J. MacGregor, N.J. Rowan, L. McIlvaney, J.G. Anderson, R.A. Fouracre, and O. Farish, "Light inactivation of food-related pathogenic bacteria using a pulsed power source," *Lett Appl Microbiol*, Vol. 27, pp. 67 - 70, 1998.
- [14] A. Wekhof, "Pulsed UV Disintegration (PUVD): a new sterilisation mechanism for packaging and broad medical-hospital applications," presented at the The First International Conference on Ultraviolet Technologies, Washington D.C., USA, 2001.

- [15] S.G. N. Elmnaser, F. Leroi, N. Orange, A. Bakhrouf, and M. Federighi, "Pulsed-light systems as a novel food decontamination technology: a review," *Can. J. Microbiology*, Vol. 53, pp. 813-821, 2007.
- [16] M.M. Nerandzic, J.L. Cadnum, M.J. Pultz, and C.J. Donskey, "Evaluation of an automated ultraviolet radiation device for decontamination of *Clostridium difficile* and other healthcare-associated pathogens in hospital rooms," *BMC Infect Dis*, Vol. 10, No. 197, 2010.
- [17] W.A. Rutala, M.F. Gergen, and D.J. Weber, "Room decontamination with UV radiation," *Infect Control Hosp Epidemiol*, Vol. 31, No. 10, pp. 1025-1029, 2010.
- [18] J.A. Guerrero-Beltran and G.V. Barbosa-Canovas, "Advantages and limitations on processing foods by UV light," *Food Sci Tech Int*, Vol. 10, No. 3, pp. 137-147, June 1, 2004.
- [19] M. Keyser, I.A. Muller, F.P. Cilliers, W. Nel, and P.A. Gouws, "Ultraviolet radiation as a non-thermal treatment for the inactivation of microorganisms in fruit juice," *Innovat Food Sci Emerg Tech*, Vol. 9, No. 3, pp. 348-354, 2008.
- [20] R.P. Sinha and D.P. Häder, "UV-induced DNA damage and repair: a review," *Photochem. Photobiol. Sci.*, Vol. 1, pp. 225 – 236, 2002.
- [21] A. Allende, F. A. Tomas-Barberan, and M.I. Gil, "Minimal processing for healthy traditional foods," *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 17, pp. 513-516, 2006.
- [22] N. M. Keklik, A. Demirci, and V.M. Puri, "Decontamination of unpacked and vacuum-packed boneless chicken breast with pulsed ultraviolet light," *Poultry Science*, Vol. 89, pp. 570-581, 2010.
- [23] K.G. Lindenauer and J.L. Darby, "Ultraviolet disinfection of wastewater: Effect of dose on subsequent photoreactivation," *Water Res*, Vol. 28, No. 4, pp. 805-817, 1994.
- [24] Slow sand filtration, [Online] (Accessed on 3<sup>rd</sup> November 2011). Available from: [www.nesc.wvu.edu/ndwc/pdf/OT/TB/TB14\\_slowsand.pdf](http://www.nesc.wvu.edu/ndwc/pdf/OT/TB/TB14_slowsand.pdf), diakses tanggal 15 Maret 2012
- [25] [http://www.purewatercare.com/membran\\_ro.php?membran\\_ro](http://www.purewatercare.com/membran_ro.php?membran_ro), diakses tanggal: 15 Maret 2012.
- [26] Ultraviolet disinfection, [Online] (Accessed on). Available from: [http://www.nesc.wvu.edu/ndwc/pdf/ot/tb/ot\\_tb\\_f00.pdf](http://www.nesc.wvu.edu/ndwc/pdf/ot/tb/ot_tb_f00.pdf), diakses tanggal 15 Maret
- [27] Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia NOMOR 907/MENKES/SK/VII/2002, "Tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum", 2002.