

## TEKNOLOGI PENYEDIAAN AIR MINUM UNTUK KEADAAN TANGGAP DARURAT

Arie Herlambang

Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan penerapan Teknologi (BPPT)  
Jl. MH. Thamrin No.8. Jakarta Pusat

### Abstract

*In the event of natural disasters such as earthquakes, tsunamis, landslides, floods and droughts, water occupies a key role in disaster relief. The presence of water is important for drinking, cooking and support the refugee areas of environmental sanitation and avoiding disaster victims of diseases waterborn disease. Water problem in disaster conditions may occur partly as a result: the disturbance of water sources because change of water quality, to become turbid or salty, the destruction of a piping system, treatment plant damage, disruption of distribution systems, or the scarcity of water in evacuation areas. Introduction of water quality becomes important to determine which process technology will be used and saved investments in emergency conditions. Priority handling of clean water usually comes first in the refugee areas with communal system, because the need of water for bathing, washing and toilet is big enough, while for a drink in the early events during disaster dominated by bottled water, but for their long-term, they have to boil water. For remote areas and difficult to reach individuals who usually use system more simple and easily operated. Water Supply Technology for emergency response has the characteristic 1). Able to operate with all sorts of water conditions (flexible & adaptable), 2). Can be operated easily, 3). Does not require much maintenance, 4). Little use of chemicals, and 5). Portable and easy removable (Mobile System).*

**Keywords :** *Water Quality, Water Treatment Technology, Drinking Water, Emergency Response, filtration, ceramic filtration, Ultra filtration, Reverse Osmosis, Ultraviolet Sterilizer, Ozonizer, Disinfection.*

### 1. PENDAHULUAN

Antara Tahun 1995 dan 2004, tercatat 3.197 bencana alam, 363 keadaan darurat dan 1.374 epidemi dicatat dalam literatur.<sup>(1)</sup> Distribusi bencana sebagian besar terjadi di Asia (67%), diikuti oleh Amerika Latin dan Karibia (13%), dengan kisaran angka kematian dari 1,500 - 2,500,000 kematian. Keadaan darurat terbesar terjadi di Afrika (53%), diikuti oleh Asia (33%), dengan angka kematian 1,00 - 3,000,000. Wabah terbesar terjadi di Afrika (83%) diikuti oleh Asia (17%), dengan angka kematian 550 - 4,500 jiwa.

Bencana alam berpengaruh terhadap 2.5 milyar orang, menyebabkan 890.000 kematian, dan kerugian biaya 570 Milyard USD antara tahun 1995 dan 2004<sup>(11)</sup>. Perhatian khusus adalah bencana alam dan dampak mereka telah meningkat dalam beberapa dekade terakhir akibat peningkatan penduduk yang tinggal di daerah rawan bencana, permukiman tidak terencana dan degradasi lingkungan, serta perubahan iklim yang menyebabkan lebih sering terjadi badai, intensitas curah hujan tinggi, dan gelombang panas. Selain itu, Laporan Meteorologi Dunia untuk 2007 tercatat peningkatan penyakit yang terkait iklim di Asia, dan diprediksi akan terjadi peningkatan di

endemik morbiditas dan kematian akibat penyakit diare terutama berhubungan dengan: 1) perubahan iklim di Asia Selatan dan Tenggara, dan, 2) peningkatan kelimpahan dan atau toksisitas kolera di Asia karena kenaikan suhu air di pesisir selatan<sup>(2)</sup>. Itu juga diperkirakan, penyakit yang ditularkan melalui air kemungkinan meluas di masa depan. Kolera saat ini meningkat di seluruh dunia dan di Afrika<sup>(3)</sup>.

Gempa dan bencana tsunami pada hari minggu jam 07:58 pagi, 26 Desember Tahun 2004 di Aceh, telah menyadarkan kita semua betapa bencana besar telah meluluh lantakkan semua sarana dan prasarana yang ada di kota maupun desa-desa. Gempa dan tsunami telah menghancurkan dan menyapu bangunan gedung perkantoran, sarana komunikasi terputus, rumah penduduk rubuh, jembatan patah, jalan amblas dan rusak berat serta korban jiwa yang sangat besar. Bencana ini sulit digambarkan dengan kata-kata betapa dahsyatnya dan keadaan ini tidak pernah terbayangkan sebelumnya. Oleh karena itu telah memberi pelajaran berharga bagi kita, pada penanganan kejadian bencana berikutnya seperti : Gempa Bumi di Jogjakarta, Padang, Sukabumi, dan Pantai Pangdaran.

Sebagai Negara yang wilayahnya terletak di lokasi *Ring of Fire*, nampaknya perlu waspada

setiap saat atas terulangnya kejadian bencana alam tersebut.

Pada beberapa kejadian bencana besar, kita bisa lihat bagaimana negara tetangga kita Australia, Singapura, Jepang, atau mungkin yang lebih jauh misalnya Amerika, Swiss, Kanada begitu cepat datang ke lokasi bencana, karena mereka sudah siap dengan tim yang terlatih dan peralatan pendukungnya, disamping dana operasional yang memadai. Sejak ada Bakorstanas penanganan bencana jauh lebih baik, namun tetap saja selalu masih ada kekurangan dan perlu penyempurnaan dari waktu ke waktu.

Masalah air bersih pada kondisi bencana dapat terjadi antara lain akibat : terganggunya sumber air karena kualitasnya berubah, menjadi keruh atau asin, hancurnya sistem perpipaan, rusaknya instalasi pengolahan, terganggunya sistem distribusi, atau langkanya air di daerah pengungsian. Prioritas penanganan air bersih biasanya didahulukan pada wilayah-wilayah pengungsian dengan sistem komunal, karena kebutuhan untuk mandi, mencuci, toilet cukup besar, sedangkan untuk minum pada awal kejadian selama ini banyak didominasi oleh air minum dengan botol kemasan, namun untuk jangka panjang mereka memasak air sendiri. Untuk wilayah-wilayah yang terpencil dan sulit terjangkau biasanya menggunakan sistem yang lebih sederhana dan kecil serta mudah dioperasikan.

Teknologi Penyediaan Air Minum untuk tanggap darurat mempunyai karakteristik 1). Mampu dioperasikan dengan segala macam kondisi air (*flexible & adaptable*), 2). Dapat dioperasikan dengan mudah (*Easy to operate*), 3). Tidak membutuhkan perawatan yang banyak (*Low maintenance*), 4). Sedikit menggunakan bahan kimia (*Low chemicals*), dan 5). Mudah dibawa dan dipindah-pindah (*Mobile*).

## 2. PENGENALAN KUALITAS AIR

Pada survai awal sesaat setelah kejadian bencana alam, pengenalan kualitas air sangat penting karena air bersih merupakan faktor kunci yang menjaga agar orang tetap sehat, khususnya dalam keadaan darurat. Air dapat terkontaminasi di sumbernya, sumber air yang tidak terlindungi atau selama perjalanan dari sumber ke rumah, di rumah, tempat air yang kotor, dan tangan yang tidak dicuci.

Sumber air dapat terkontaminasi melalui 1) tangki septik dan kakus yang bocor, 2) Air permukaan yang terkontaminasi dan masuk kedalam sumur atau mata air, 3) Tempat pengumpul air yang memasukkan tangan kotor atau tempat yang kotor, 4) Binatang yang

menggunakan sumber air yang sama, 5) Benda-benda yang jatuh ke dalam air.

Namun demikian air pada sumber baru merupakan tahap pertama dari rantai air sebelum sampai ke konsumen. Dalam prakteknya air dapat tercemar terutama akibat sanitasi yang tidak aman, seperti: pengangkutan air dari sumber ke rumah dengan tempat air yang kotor, tempat penyimpanan air yang kotor, dan penanganan air dengan tangan dan peralatan yang kotor.

Ada banyak alasan kenapa kualitas air perlu ditingkatkan. Alasan yang paling penting adalah penghilangan organisme seperti cacing dan parasit yang menyebabkan penyakit. Partikel tersuspensi, seperti debu yang dapat menyebabkan air terlihat keruh dan tidak enak rasanya mungkin membawa cacing yang dapat membuat orang sakit.

Air dapat berbahaya bagi kesehatan jika mengandung unsur-unsur tertentu, seperti pestisida yang digunakan untuk pertanian, arsenic alam, atau mengandung zat besi dan mangan yang membuat rasanya menjadi tidak enak. Ada banyak cara untuk melakukan uji kualitas air. Uji kualitas air dapat dilakukan di lapangan secara sederhana dengan seperangkat peralatan uji kualitas, seperti pengukuran warna, pH, kekeruhan, dan padatan terlarut. Jika surveyor sudah pengalaman atau dalam kondisi darurat bau dan rasa juga bisa dipakai untuk memperkirakan kualitas air yang ada.

Kualitas hasil pengukuran, sandingkan dengan baku mutu air klas II, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air<sup>(8)</sup>, jika hasil pengukuran nilainya masih di bawah baku mutu, maka sumber air tersebut masih layak sebagai air baku air minum. Hasil pengolahan air setelah diproses juga harus dikontrol, kemudian disandingkan dengan standar air minum dalam KEPMENKES RI Nomor 907 Tahun 2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum<sup>(6)</sup>.

## 3. PENGOLAH AIR DARURAT UNTUK SKALA INDIVIDU

### 3.1. Penyaringan Sederhana

Penyaringan air merupakan langkah penting, jika dilakukan secara benar akan meningkatkan efektifitas proses pengolahan selanjutnya. Dalam kondisi darurat, kain katun yang bersih dapat digunakan untuk menyaring lumpur atau debu yang membuat air terlihat kotor, penyaringan dapat pula menurunkan padatan tersuspensi dan larva yang ada dalam air. Penyaringan sederhana dapat dilakukan apakah

penyaringan sudah berhasil baik atau belum, jika lumpur atau debu tertahan oleh kain katun berarti penyaringan berjalan baik, kalau lumpur yang tertahan sudah tebal, kainnya dapat dicuci dan dipergunakan kembali<sup>(6)</sup>, Gambar 1.



Gambar 1. Penyaringan air keruh dengan kain.

Penyaringan dapat juga dilakukan dengan media pasir, dengan mempergunakan ember atau drum yang berisi pasir, dengan mengalirkan air secara gravitasi proses penyaringan sudah berjalan. Penyaringan dengan pasir memerlukan pencucian media pasir secara berkala.

Saat ini di pasaran banyak tersedia saringan pasir, dengan pralon, menggunakan pompa listrik, atau yang lebih sederhana lagi dengan *cartridge* yang terbuat dari kain atau sponge ukuran 10 s.d. 20 mikron, atau dengan ultrafiltrasi sederhana ukuran 0,02 mikron yang bekerja dengan menggunakan pompa tangan.

### 3.2. Disinfeksi

Jika air sudah jernih, tetapi masih mempunyai kemungkinan tercemar, maka perlu dilakukan disinfeksi. Ada tiga cara proses disinfeksi yang sederhana, yaitu 1) Dimasak, 2) Dipanaskan dengan sinar matahari, 3) Diberi bahan kimia.

Proses disinfeksi sering dapat mempengaruhi rasa air. Air yang dimasak (rebus), akan membuat air terasa hambar dan panas, air yang diberi sinar matahari akan panas, dan air yang diberi bahan kimia menyebabkan rasa dan bau yang tidak enak. Masalah-masalah ini dapat diatasi dengan metode yang sederhana. Sangat penting untuk disampaikan pada masyarakat yang menggunakan metode-metode ini untuk meyakinkan mereka agar tidak mengabaikan sumber air bersih yang tidak aman atau berhenti menjaga air yang mereka kumpulkan.

#### 3.2.1. Disinfeksi dengan Memanaskan

Memanaskan adalah metode tradisional untuk memasak air. Jika dikerjakan dengan benar, air yang dimasak dapat menjadi air yang aman untuk dikonsumsi masyarakat yang tidak mempunyai pilihan lain.

Memasak air (merebus) mempunyai efek positif dan negatif. Merebus air akan membunuh mikroorganisme yang menyebabkan penyakit. Merebus air dapat dilakukan sendiri. Dibutuhkan satu kilogram kayu untuk merebus satu liter air selama satu menit. Oleh karena itu merebus air sebaiknya jangan dipakai pada wilayah yang susah kayu bakar dan tidak ada pilihan lain untuk pemanasan.

Tempat yang tidak tepat dapat menyebabkan air yang sudah dimasak terkontaminasi kembali. Air yang sudah dimasak dapat disimpan secara aman dan digunakan kembali sampai beberapa hari. Pemasakan air hanya efektif jika temperatur cukup tinggi.

#### 3.2.2. Disinfeksi dengan sinar matahari

Sinar matahari akan membunuh sebagian besar mikroorganisme yang menyebabkan penyakit. Kejadian ini efektif pada temperature yang tinggi, walaupun temperatur air tidak naik terlalu banyak di atas 50°C.



Gambar 2. Contoh disinfeksi dengan Sinar Matahari

Salah satu metode untuk mengolah air adalah dengan cara air dijemur sinar matahari dalam plastik atau botol gelas. Di daerah tropis, dalam periode aman, selama 5 jam, berpusat disiang hari. Waktu yang dibutuhkan air yang dalam botol akan menjadi dua kalinya dibanding air yang berawan.

Metode ini dikenal dengan Sistem SODIS (*Solar Disinfection*), gunakan plastik yang jernih atau botol gelas untuk menambah temperatur air dengan meletakkannya langsung di bawah sinar matahari. Agar lebih efektif letakkan botol di atas

atap seng. Jika tidak ada botol, air dapat juga ditaruh dalam kemasan plastik yang bersih dan jernih.

### 3.2.3. Disinfeksi dengan bahan kimia

Ada banyak bahan kimia yang dapat digunakan untuk proses disinfeksi air. Bahan-bahan kimia ini sering bervariasi efektivitasnya dan keamanannya. Dalam kondisi darurat, untuk keperluan disinfeksi rumah tangga federasi internasional paling umum menggunakan tablet klorin.

Dalam menggunakan bahan kimia untuk proses disinfeksi, diperlukan kehati-hatian. Jangan sampai bahan kimia yang digunakan mengenakan mata. Bahan kimia harus disimpan ditempat yang jauh dari jangkauan anak-anak, dan letakkan pada tempat yang kering dan tidak terkena sinar matahari langsung. Biasanya produk-produk ini mempunyai petunjuk dibungkusnya. Walaupun demikian petunjuk yang ada mungkin tidak dalam bahasa lokal atau mereka tidak dapat membaca. Pastikan semua orang yang menerima bahan kimia terlatih menggunakannya. Untuk kontrol kualitas dan konsentrasi yang tinggi, bahan-bahan kimia untuk keperluan rumah tangga seperti pemutih baju, sebaiknya tidak digunakan sebagai bahan kimia pemutih kecuali tidak ada pilihan lain, perlu pelatihan dan monitoring yang lebih hati-hati.

Disinfeksi kimia mempunyai aspek positif dan negatif, antara lain : mudah dan aman untuk digunakan (dengan dosis yang sesuai), ada efek sisa dalam proses disinfeksi, yang memberikan perlindungan tambahan terhadap kontaminasi setelah perlakuan, produk bahan kimia ini harus dibawa dari luar komunitas, bukan sesuatu yang biasa masyarakat gunakan, disinfeksi kimia tidak akan membunuh semua mikroorganisme yang menyebabkan penyakit, air yang akan dilakukan proses disinfeksi sebaiknya disaring terlebih dahulu agar lebih efektif.

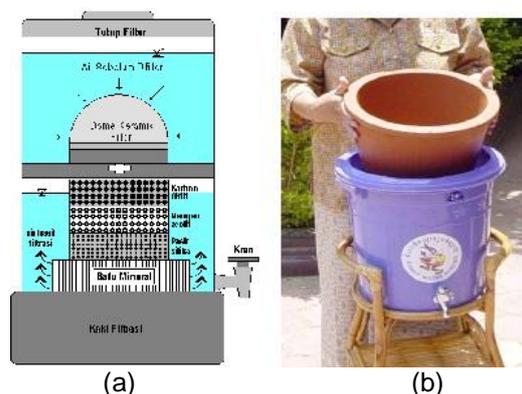
### 3.3. Filtrasi Keramik

Filter keramik, baik menggunakan panci atau elemen filter berbentuk tempat lilin, telah digunakan secara tradisional di banyak negara untuk mengolah air minum di tingkat rumah tangga. Filter keramik telah diproduksi secara lokal dan komersial saat ini tersedia di negara berkembang dan negara maju. Salah satu contoh adalah desain *Potter* untuk filter Perdamaian, yang berbentuk pot bunga, mengolah 80-10 liter air, dan ditempatkan di dalam plastik atau wadah keramik. Saringan diproduksi secara lokal, dimana mereka dibentuk, dibakar, dan diresapi dengan koloid perak<sup>(9)</sup>.

Saringan digunakan untuk menghilangkan bakteri dan protozoa dari kebanyakan sumber air. Koloid perak juga mencegah pertumbuhan bakteri dalam filter itu sendiri. Kebanyakan filter keramik didasarkan pada sistem filter / model wadah. Keluarga mengisi wadah atas atau filter keramik sendiri dengan air, yang mengalir melalui filter keramik atau filter ke dalam wadah penyimpanan. Air yang telah disaring kemudian dialirkan melalui sebuah keran. Efektivitas filter keramik dalam menghilangkan mikroba patogen tergantung pada kualitas produksi filter keramik.

Kualitas filter keramik yang paling tinggi dapat secara efektif menghapus protozoa dan bakteri, tetapi tidak mampu menghilangkan virus. Hasil studi telah melaporkan penggunaan filter komersial dapat mengurangi 60-70% pada penyakit diare terkait dengan dan pengurangan 46-49% terkait dengan filter buatan lokal<sup>(10)</sup>.

Studi juga menunjukkan kontaminasi bakteri cukup signifikan, jika lokal filter yang digunakan berkualitas rendah<sup>(7)</sup>, karena kurangnya perlindungan residu, penting bahwa pengguna akan dilatih untuk benar merawat dan menjaga filter keramik (lihat Gambar 3a dan 3b).



Gambar 3. Saringan Keramik. (a) Tipe Dome dan (b) Tipe Mangkuk.

### 3.4. Penjernih dan Disinfektan :

Kekeruhan adalah problem yang umum ketika terjadi permasalahan kualitas air, namun masalah ini jauh lebih ringan dibandingkan dengan tidak ada air sama sekali. Bahan yang umum dan tersedia dipasaran adalah alumunium sulfat (tawas), ada yang dalam bentuk bubuk atau kristal, disarankan untuk menyediakan dalam bentuk bubuk karena lebih mudah pemakaiannya (Gambar 4).

Varian lain dari Alumunium Sulfat adalah *Poly Allumunium Chloride* (PAC) dalam bentuk bubuk, namun ada juga yang sudah tersedia dalam bentuk sashet, sehingga mudah untuk dipakai, karena takarannya sudah tertentu, biasanya dipakai untuk menjernihkan air yang keruh, untuk volume 100 liter air keruh, dicampur

dengan PAC satu saset, aduk searah hingga merata, kemudian dibiarkan kotoran yang melayang-layang sampai mengendap. Setelah kotoran mengendap, dilakukan penyaringan dengan saringan ijuk atau pasir atau saringan kain, atau langsung diambil dari bagian yang jernih (Gambar 5).



Gambar 4. Proses pengendapan air keruh dengan mempergunakan PAC atau Aluminium Sulfat.

Setelah air menjadi jernih baru diberi bubuk disinfektan yang berupa kaporit, sedikit saja, sekitar ½ sd 1 sendok teh untuk volume 100 sd 200 liter.



Gambar 5. Contoh Saset PAC dan Disinfektan untuk ukuran individu.

### 3.5. Pengolahan Air Minum TP2AS

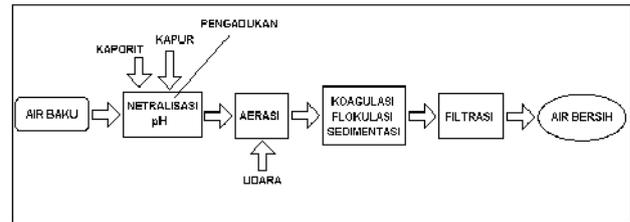
Salah satu alat pengolah air minum sederhana untuk mengolah air sungai terdiri dari rangkaian proses netralisasi, aerasi, koagulasi-flokulasi, sedimentasi dan filtrasi. Peralatan terdiri dari Tong (Tangki), Pengaduk, Pompa aerasi, Aerator dan Saringan dari pasir. Proses pengolahannya dapat dilihat pada Gambar 6. Alat ini dirancang untuk keperluan rumah tangga sedemikian rupa, sehingga cara pembuatan dan cara pengoperasiannya mudah serta biayanya murah.

Tahapan proses pengolahan terdiri dari beberapa tahap yaitu :

- 1) Netralisasi dengan pemberian kapur.
- 2) Aerasi dengan pemompaan udara.
- 3) Koagulasi dengan pemberian tawas.
- 4) Pengendapan.

### 5) Penyaringan.

Tahapan proses dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Proses Pengolahan Air Sederhana TP2AS.

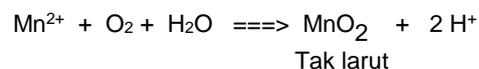
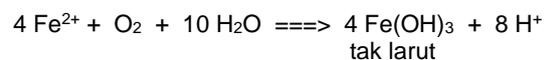
#### 1. Netralisasi

Yang dimaksud dengan netralisasi adalah mengatur keasaman air agar menjadi netral (pH 7 - 8). Untuk air yang bersifat asam misalnya air gambut, yang paling murah dan mudah adalah dengan pemberian kapur/gamping. Fungsi dari pemberian kapur, disamping untuk menetralkan air baku yang bersifat asam juga untuk membantu efektifitas proses selanjutnya.

#### 2. Aerasi

Yang dimaksud dengan aerasi yaitu mengontakkan udara dengan air baku agar kandungan zat besi dan mangan yang ada dalam air baku bereaksi dengan oksigen yang ada dalam udara membentuk senyawa besi dan senyawa mangan yang dapat diendapkan.

Disamping itu proses aerasi juga berfungsi untuk menghilangkan gas-gas beracun yang tak diinginkan misalnya gas H<sub>2</sub>S, Methan, Karbon dioksida dan gas-gas lainnya. Reaksi oksidasi Besi dan Mangan oleh udara dapat ditulis sebagai berikut:



Dari persamaan reaksi antara besi dengan oksigen tersebut, maka secara teoritis dapat dihitung bahwa untuk 1 ppm oksigen dapat mengoksidasi 6.98 ppm ion Besi. Reaksi oksidasi ini dapat dipengaruhi antara lain : jumlah Oksigen yang bereaksi, dalam hal ini dipengaruhi oleh jumlah udara yang dikontakkan dengan air serta luas kontak antara gelembung udara dengan permukaan air . Jadi makin merata dan makin kecil gelembung udara yang dihembuskan kedalam air bakunya, maka oksigen yang bereaksi makin besar. Faktor lain yang sangat mempengaruhi reaksi oksidasi besi dengan oksigen dari udara adalah pH air. Reaksi oksidasi

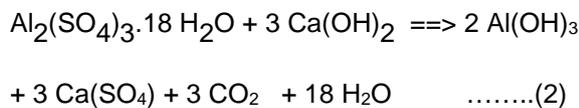
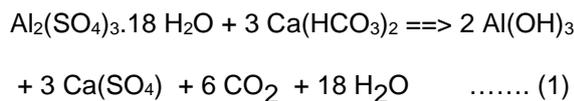
ini sangat efektif pada pH air lebih besar 7(tujuh). Oleh karena itu sebelum aerasi dilakukan, maka pH air baku harus dinaikkan sampai mencapai pH 8. Hal ini dimaksudkan agar pH air tidak menyimpang dari pH standar untuk air minum yaitu pH 6,5 - pH 8,5.

Oksidasi Mangan dengan oksigen dari udara tidak seefektif untuk besi, tetapi jika kadar Mangannya tidak terlalu tinggi maka sebagian mangan dapat juga teroksidasi dan terendapkan.

### 3. Koagulasi

Koagulasi adalah proses pembubuhan bahan kimia kedalam air agar kotoran dalam air yang berupa padatan tersuspensi misalnya zat warna organik, lumpur halus bakteri dan lain-lain dapat menggumpal dan cepat mengendap. Cara yang paling mudah dan murah adalah dengan pembubuhan tawas/alum atau rumus kimianya  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ . (berupa kristal berwarna putih).

Reaksi koagulasi dengan Tawas secara sederhana dapat ditulis sebagai berikut :



Pengendapan kotoran dapat terjadi karena pembentukan aluminium hidroksida,  $Al(OH)_3$  yang berupa partikel padat yang akan menarik partikel-partikel kotoran, sehingga menggumpal bersama-sama, menjadi besar dan berat dan segera dapat mengendap. Cara pembubuhan tawas dapat dilakukan sebagai berikut yaitu : sejumlah tawas/alum dilarutkan dalam air kemudian dimasukkan kedalam air baku lalu diaduk dengan cepat hingga merata selama kurang lebih 2 menit. Setelah itu kecepatan pengadukkan dikurangi sedemikian rupa sehingga terbentuk gumpalan-gumpalan kotoran akibat bergabungnya kotoran tersuspensi yang ada dalam air baku. Setelah itu dibiarkan beberapa saat sehingga gumpalan kotoran atau disebut flok tumbuh menjadi besar dan berat dan cepat mengendap.

### 4. Pengendapan

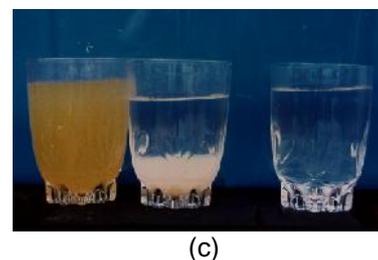
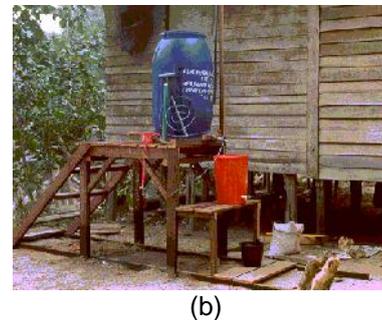
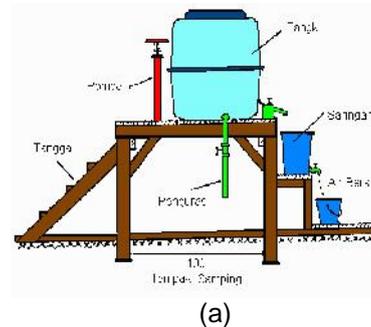
Setelah proses koagulasi air tersebut dibiarkan sampai gumpalan kotoran yang terjadi mengendap semua ( $\pm$  45 - 60 menit). Setelah kotoran mengendap air akan tampak lebih jernih. Endapan yang terkumpul di dasar tangki dapat

dibersihkan dengan membuka kran penguras yang terdapat di bawah tangki.

### 5. Penyaringan

Pada proses pengendapan, tidak semua gumpalan kotoran dapat diendapkan semua. Butiran gumpalan kotoran dengan ukuran yang besar dan berat akan mengendap, sedangkan yang berukuran kecil dan ringan masih melayang-layang dalam air. Untuk mendapatkan air yang betul-betul jernih harus dilakukan proses penyaringan. Penyaringan dilakukan dengan mengalirkan air yang telah diendapkan kotorannya ke bak penyaring yang terdiri dari saringan pasir.

Unit pengolahan air minum sederhana tipe Saringan TP2AS dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. a) Bagan pengolahan TP2AS, b) Pengolahan air TP2AS, c) Air baku dan air hasil olahan TP2AS.

Cara Pengolahan adalah sebagai berikut :

- 1) Masukkan air baku ke dalam tangki penampung sampai hampir penuh (550 liter).
- 2) Larutkan 60-80 gram bubuk kapur/gamping (4-6 sendok makan) ke dalam ember kecil

- yang berisi air baku, kemudian masukkan ke dalam tangki dan aduk sampai merata.
- 3) Masukkan slang aerasi ke dalam tangki sampai ke dasarnya dan lakukan pemompaan sebanyak 50-100 kali. setelah itu angkat kembali slang aerasi.
  - 4) Larutkan 60-80 gram bubuk tawas (4-6 sendok makan) ke dalam ember kecil, lalu masukkan ke dalam air baku yang telah diaerasi. Aduk secara cepat dengan arah yang putaran yang sam selama 1-2 menit. Setelah itu pengaduk diangkat dan biarkan air dalam tangki berputar sampai berhenti dengan sendirinya dan biarkan selama 45-60 menit.
  - 5) Buka kran penguras untuk mengeluarkan endapan kotoran yang terjadi, kemudian tutup kembali.
  - 6) Buka kran pengeluaran dan alirkan ke bak penyaring. Buka kran saringan dan usahakan air dalam saringan tidak meluap.

Catatan :

- \* Jika volume bak penampung lebih kecil maka jumlah kapur dan tawas yang dipakai harus disesuaikan.
- \* Jika menggunakan kaporit untuk membunuh kuman-kuman penyakit, bubuk kaporit sekitar 1-2 gram untuk 500 liter air baku. Cara pemakaiannya yaitu dimasukkan bersama-sama pada saat memasukkan larutan kapur.

#### 4. PENGOLAH AIR DARURAT UNTUK SKALA KOMUNAL

Teknologi pengolahan air untuk skala yang lebih besar, proses yang umum dilakukan adalah Saringan Kasar, Sedimentasi, Koagulasi, Flokulasi, Filtrasi dan Disinfeksi. Namun dalam kondisi darurat tidak semua proses ini dapat dilakukan, tergantung kondisi air baku dan kualitas air yang dibutuhkan.

Dalam kondisi darurat yang umum digunakan adalah proses penyaringan, jika air baku yang digunakan adalah air sungai, untuk menurunkan kekeruhan dan padatan tersuspensi, dikombinasi dengan proses disinfeksi, air yang digunakan biasanya hanya untuk keperluan mandi, cuci dan kakus (MCK).

Penyaring yang digunakan bisa menggunakan kombinasi kerikil dan pasir yang diletakkan dalam bak mobile yang dilengkapi dengan pompa hisap dan genset secukupnya. Air hasil pengolahan dapat langsung digunakan atau ditampung terlebih dahulu dalam tempat penampungan, bisa berupa bak PVC ukuran 1-5 m<sup>3</sup>, atau penampungan plastik yang dapat dilipat ukuran 5-10 m<sup>3</sup> diletakkan di tempat yang relatif

tinggi dan air olahan dialirkan secara gravitasi ke pemakai atau konsumen.

Jika menggunakan sumber air tanah dangkal, karena umumnya sudah jernih, pengolahan yang dilakukan adalah filtrasi dengan pasir halus untuk meningkatkan kualitas, sering juga digunakan mangan zeolit untuk menurunkan kadar besi dan mangan, atau menggunakan resin penukar ion untuk menurunkan kadar kapur dalam air. Karbon aktif digunakan untuk menghilangkan bau dan menyerap racun. Cartridge ukuran 5-10 milimikron banyak digunakan sebagai penyaring akhir atau sebelum dilakukan proses disinfeksi (bisa dengan bahan kimia, sinar ultraviolet atau ozon).

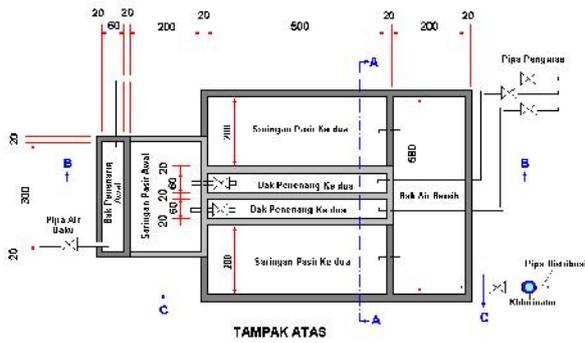
Pada kondisi darurat proses pengolahan air dengan sistem komunal, kecepatan pelayanan menjadi kunci utama karena keperluan air tidak bisa ditunda, karena menyangkut sanitasi lingkungan (terutama ditempat pengungsian). Sistem ini terkait dengan listrik dan pompa, sebagai penggerak utama, kecuali pada daerah yang memungkinkan untuk menyalurkan air secara gravitasi (dengan system perpipaan).

#### 4.1. Saringan Pasir Lambat (Sarpalam) :

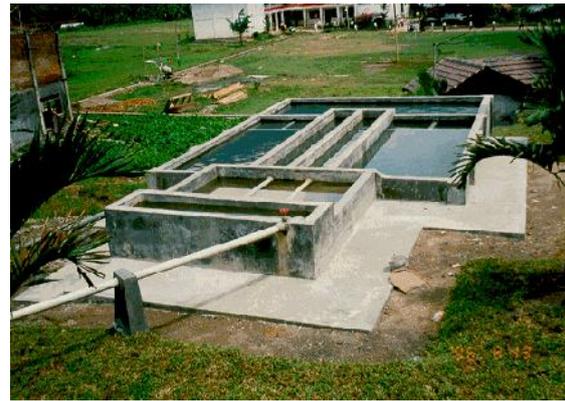
Saringan pasir lambat digunakan untuk menyaring air yang keruh. Kecepatan penyaringan saringan pasir lambat berkisar 1 - 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari. Kecepatan penyaringan dapat diatur dengan mengatur tinggi air sebelum diresapkan (10–20 cm di atas permukaan lapisan pasir), atau mengatur air yang keluar dari saringan.

Sarpalam umum digunakan pada daerah bencana karena dapat dioperasikan hanya dengan mengandalkan energi gravitasi dan mudah dalam pemeliharaannya. Dapat dibangun dengan cara sederhana, bisa menggunakan bak fibre atau drum bekas yang diisi pasir. Saringan ini digunakan jika kebutuhan tidak terlampaui besar dan tersedia cukup lahan, kekeruhan tidak terlampaui tinggi.

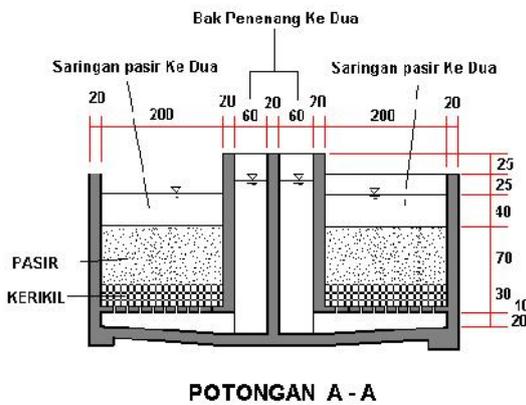
Salah satu contoh disain unit pengolahan air bersih sistem saringan pasir lambat *Up Flow* dengan kapasitas 100 m<sup>3</sup>/hari dapat dilihat pada Gambar 8 sampai dengan Gambar 11.



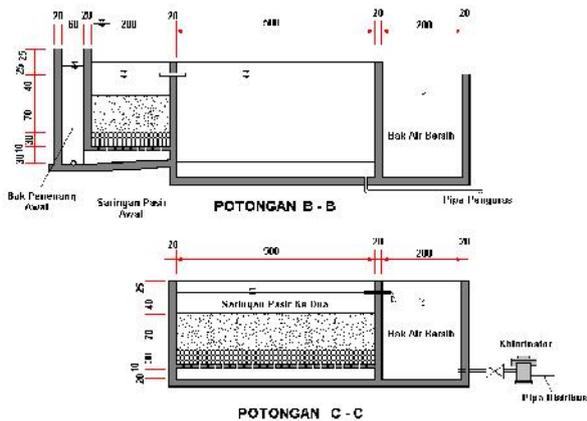
Gambar 8. Rancangan alat pengolah air bersih saringan pasir lambat *up flow* kapasitas 100 m<sup>3</sup>/hari. Tampak atas.



Gambar 11. Sarpalam kapasitas 100 m<sup>3</sup>/hari.



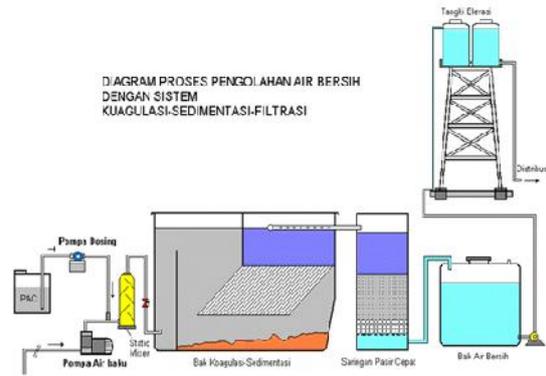
Gambar 9. Rancangan alat pengolah air bersih saringan pasir lambat *up flow* kapasitas 100 m<sup>3</sup>/hari. Potongan A -A.



Gambar 10. Rancangan saringan pasir lambat *up flow* kapasitas 100 m<sup>3</sup>/hari. Potongan B-B dan C-C.

#### 4.2. Saringan Pasir Cepat (Saripat)

Hampir sama dengan saringan pasir lambat, hanya saja kecepatan penyaringannya lebih cepat, yaitu sampai dengan 100-120 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari. Biasanya tinggi airnya berkisar 100 - 120 cm diatas permukaan lapisan pasir. Saringan ini digunakan jika kebutuhan air agak besar, lahan terbatas dan tidak terlampaui tinggi. Jika kekeruhan terlampaui tinggi perlu dibantu dengan prasedimentasi (Gambar 12).



Gambar 12. Saripat kapasitas 5 liter/detik

#### 4.3. Filter Bertekanan

Jika kebutuhan air besar, ruang tersedia sempit, atau kebutuhan mobilisasi yang tinggi, sehingga dibutuhkan unit yang kecil tetapi kemampuan tinggi, maka untuk filter bertekanan dapat digunakan untuk mengurangi kekeruhan. Filter ini menggunakan pompa untuk menyedot air dari sumber dan masuk ke dalam filter. Kemampuan saringnya agar kualitas air tetap terjaga sekitar 250 - 350 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari (Gambar 13).



Gambar 13. Filter bertekanan filter multimedia kapasitas 120 sd 160 m<sup>3</sup>/hari.

#### 4.4. Ultrafiltrasi

Unit ultrafiltrasi (0,02 milimikron) dipakai biasanya dikombinasi dengan cartridge filter ( 1-5 milimikron) dan jika ingin lebih handal dan awet ditambah saringan pasir bertekanan dibagian awalnya.

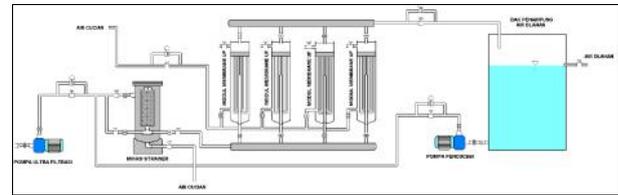


Gambar 14. Arsinum kapasitas 30 m<sup>3</sup>/hari (Genset 1,5 KW, Pompa, Pasir, Cartridge Filter, Ultrafiltrasi, UV Light, Ozonator).

Unit ultrafiltrasi disainnya lebih ringkas dan kapasitasnya dapat berkisar 50 s.d. 1.000 m<sup>3</sup>/hari, dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Kualitas hasil olahan sangat jernih dan cukup untuk memenuhi kebutuhan air mandi dan mencuci pakaian. Untuk keperluan air minum, dapat dikembangkan dari produk ultrafiltrasi, dengan menambah proses disinfeksi dengan memberi ozon atau sinar ultraviolet, sebelum dikonsumsi.

Pada kasus dimana air baku asin, proses filtrasi tidak mampu untuk menurunkan kadar garam dalam air. Untuk itu diperlukan membran *reverse osmosis* yang mampu menurunkan kadar garam air laut (TDS 35 – 45 ribu ppm), hingga air berasa tawar (TDS 300 – 500 ppm), Contoh Unit

mobile sederhana kapasitas 30 m<sup>3</sup>/hari, pernah diaplikasikan pada saat Gempa Jogja (Gambar 14), atau Unit Ultrafiltrasi Stasioner Kapasitas 50 m<sup>3</sup>/hari (Gambar 15).



(a)



(b)

Gambar 15. (a) Sistem Ultrafiltrasi, (b) Contoh Unit kapasitas 50 m<sup>3</sup>/hari.

#### 4.5. Membran Reverse Osmosis (RO)

Unit pengolahan air sistem RO ini memerlukan energi listrik yang cukup besar (2,2 kw), semakin tinggi kadar garam, semakin besar tekanan yang dibutuhkan, dan pompa yang digunakan juga semakin besar. Unit RO ini sebaiknya diterapkan pada daerah yang tidak ada sumber air tawar. Namun dalam kondisi darurat Unit RO merupakan jalan pintas yang aman bagi penyediaan air minum, karena dalam proses RO ini bakteri dan virus dapat hilang. Untuk keperluan darurat, unit *mobile* harus dilengkapi dengan peralatan pengolahan awal (*pretreatment*) yang lengkap, siap untuk mengolah air dengan berbagai macam kondisi, mulai dari keruh, kadar kapur tinggi, kadar organik tinggi (gambut) atau air berasa asin, Contoh Unit Mobile RO dengan Kapasitas 10 m<sup>3</sup>/hari pada Gambar 16.

Selang fleksible untuk menghisap air dari sungai atau sumur sangat dibutuhkan, sebaiknya selang disambung dalam ukuran 5 meter, yang masing-masing ujungnya dilengkapi dengan drat penyambung. Terkadang kemampuan sedot dari pompa air baku kurang memadai, karena sumber terlalu dalam atau terlalu jauh, sehingga dibutuhkan tambahan pompa pendorong, yang berupa pompa *submersible*, jangan lupa membawa cadangan kabel listrik. Contoh Unit RO Mobile Container Kapasitas 10 m<sup>3</sup>/hari pada

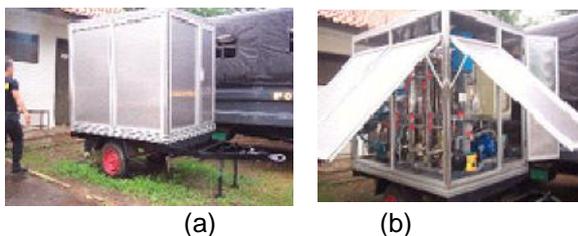
Gambar 17, sedangkan Contoh Unit Mobile Tanpa Kendaraan Penggerak dapat dilihat pada Gambar 18, serta Contoh Unit *Mobile* Menggunakan Perahu untuk di Sungai, pada Gambar 20.



Gambar 16. Desain Peletakan Peralatan Dalam Sistem Reverse Osmosis Mobile Kapasitas 10 m<sup>3</sup>/hari. Aplikasi Di lapangan dapat menggunakan air sungai, rawa, atau laut.



Gambar 17. Unit Pengolah Air Sistem Reverse Osmosis Stasioner Untuk Mengolah Air Asin Kapasitas 10 m<sup>3</sup>/hari.



Gambar 18. Contoh Unit Pengolah Air Jenis Mobile, ditarik untuk mengolah air keruh kapasitas 10 s.d. 20 m<sup>3</sup>/hari.



Gambar 19. Unit Pengolah Air Gambut Sistem Reverse Osmosis (Sumber : [www.kalimaya.com](http://www.kalimaya.com)).

Ada beberapa catatan yang perlu diperhatikan dalam penanganan air bersih pada kondisi darurat, antara lain :

- **Pemilihan Sumber Air.** Pilih sumber air yang paling baik, jarak tidak terlalu jauh dari wilayah pelayanan. Jika tidak ada permukaan, gunakan air tanah dangkal kualitasnya paling baik. Jika kualitas air bagus, proses pengolahan menjadi lebih ringan.
- **Penentuan Proses Pengolahan.** Dalam kondisi darurat, proses pengolahan pilih yang sederhana dan mudah dalam pemeliharaannya, lokasi terkadang jauh dari kota, bahkan terpencil, suku cadang peralatan yang paling mudah rusak harus tersedia.
- **Disinfektan.** Dalam kondisi darurat, resiko air terkontaminasi cukup tinggi oleh berbagai sebab, mulai dari sumber, pengangkutan, sampai dengan penyimpanan, oleh karena itu perlu disediakan bahan-bahan disinfektan dalam bentuk saset-saset yang dapat dipakai untuk keperluan pengolahan sederhana.
- **Tempat Penampungan.** Tempat penampungan air sering karena dipakai secara bersama-sama, tercemar oleh ember yang dipakai untuk menimba, terutama jika masing-masing membawa ember sendiri-sendiri. Tempat penampungan sebaiknya didesain lebih tertutup untuk menghindari masuknya pencemar atau menggunakan keran.
- **Jaringan Distribusi.** Pada kondisi darurat distribusi sering menjadi penyebab ketidakpuasan dalam pelayanan, prioritaskan dan konsentrasikan jaringan pada wilayah yang kebutuhannya paling tinggi.
- **Pompa Air** (manual atau elektrik). Pompa Tangan memegang peran yang penting, pilih yang betul-betul handal, karena akan dipakai oleh orang banyak dan budayanya

sangat bervariasi, sulit dikontrol dan tidak mengenal waktu, klep pompa harus dipilih yang betul-betul kuat dan handal. Pompa listrik memerlukan bahan bakar, waktu menjalankan perlu pengaturan waktu, disesuaikan dengan hidupnya genset, ada atau tidaknya penampungan meringankan kerja pompa listrik, hingga tidak harus hidup sepanjang hari.

- **Genset dan Bahan Bakar.** Generator listrik (genset) sangat diperlukan pada kondisi darurat. Pada saat banjir di Jakarta tahun 2002, dimana jaringan listrik banyak yang mati, Genset sangat dibutuhkan untuk penerangan dan menjalankan untuk menyedot sumur dan membersihkan rumah dari lumpur. Oleh karena itu pilih genset yang handal dan hemat bahan bakarnya.
- **Wadah Air.** Jerigen wadah air, dapat menjadi penyebab terjadinya rekontaminasi air yang sudah diolah. Oleh karena itu pembersihan secara berkala perlu dilakukan. Pembersihan dapat dibantu dengan larutan yang dicampur disinfektan.

## 5. TINGKATKAN KESIGAPAN

Bencana alam sering datang tidak tentu waktu dan tempatnya. Oleh karena itu untuk meningkatkan kesigapan (respon) terhadap bencana perlu persiapan yang matang. Setiap daerah sebaiknya mempersiapkan diri terhadap bencana banjir, kekeringan, gempa bumi atau tsunami. Dengan melihat peta potensi bencana alam, setiap wilayah dapat menentukan perlu tidaknya untuk menyediakan peralatan-peralatan untuk unit tanggap darurat.

Kesigapan daerah dalam menghadapi bencana ditentukan oleh persiapan yang dilakukan dalam menghadapi bencana. dan kesiapan sumberdaya manusia pelaksanaannya. Kesigapan menentukan kecepatan respon, sehingga dapat mengurangi korban dan mengurangi penderitaan korban bencana.

Disamping itu diperlukan pelatihan ketrampilan kepada para operator dalam menghadapi bencana, disamping untuk memastikan dan menjamin seluruh peralatan pengolah air berjalan baik, sehingga setiap saat dapat digunakan.

## 6. PENUTUP

1. Perlu peningkatan kewaspadaan dengan mempersiapkan peralatan-peralatan untuk mengatasi keadaan darurat.
2. Perlu pengenalan kualitas air untuk menentukan sumber air yang akan digunakan, menentukan proses pengolahan dan jenis teknologi yang akan digunakan.
3. Pengolahan air untuk individu dilakukan pada daerah bencana yang terpencar dan sulit dijangkau.
4. Pengolahan air untuk komunal dilakukan pada daerah pengungsian yang terkonsentrasi.
5. Perlu peningkatan kesigapan dalam menghadapi bencana alam dengan meningkatkan ketrampilan dan melakukan latihan untuk memastikan kesiapan peralatan.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Spiegel, PB, Le, P, Ververs, MT and Salama, P (2007). *Occurrence and overlap of natural disasters, complex emergencies and epidemics during the past decade (1995-2004)* *Confl Health* 1, 2.
2. Cruz, R, Harasawa, H, Lal, M and Wu, S (2007). *IPCC Fourth Assessment Report: Working Group II Report "Impacts, Adaptation and Vulnerability" Chapter 10: Asia*. United Nations Environmental Programme / World Meteorological Society, Geneva, Switzerland. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter10.pdf>.
3. Gaffga, NH, Tauxe, RV and Mintz, ED (2007). *Cholera: a new homeland in Africa?* *Am J Trop Med Hyg* 77(4), 705-13.
4. Highsmith, Anita K., and Sidney A. Crow, 1992, *Waterborne Diseases. Encyclopedia of Microbiology, Centers for Disease Control and Prevention*. Vol. 4. Academic Press, : 377-384.
5. IFRC, 2006, *Household water treatment and safe storage in emergencies, A field manual for Red Cross/Red Crescent personnel and volunteers, The International Federation, the National Societies and the International Committee of the Red Cross together constitute the International Red Cross and Red Crescent Movement*.
6. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.
7. Lantagne, D, Quick, RE and Mintz, E (2006b). *Household water treatment and safe storage options in developing countries: a review of current implementation practices*. Woodrow Wilson International Center for Scholars' Environmental Change and Security Program, [www.wilsoncenter.org/topics/pubs/WaterStoriesComplete.pdf](http://www.wilsoncenter.org/topics/pubs/WaterStoriesComplete.pdf).
8. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air.
9. Sobsey, M (2002). *Managing water in the home: accelerating health gains from improved water supply*. World Health Organization, Geneva, Switzerland. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/ws\\_h0207/en/index2.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/ws_h0207/en/index2.html).
10. Brown, J, Sobsey, M and Proum, S (2007). *Use of Ceramic Water Filters in Cambodia*. Water and Sanitation Program / UNICEF, Cambodia.
11. UNISDR (2008). *Disaster risk and climate change*. from <http://www.unisdr.org/eng/risk-reduction/climate-change/climate-change.html>, United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, Switzerland.