

REKAYASA SOLAR DISTILATOR UNTUK MEMPERBAIKI KUALITAS Fe, Mn DAN KEKERUHAN SERTA KUANTITAS AIR DALAM UPAYA PENYEDIAAN AIR MINUM

Rochmad Bayu Purnomoaji*, Tuntas Bagyono**, Purwanto**

* JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293
email: rochmadbayu@gmail.com

** JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Abstract

Water which are used for drinking have to fulfill some requirements, both qualitatively and quantitatively. One of the qualitative requirements is the water must have tolerable iron and manganese concentration, as well as the turbidity. To gain the high quality of drinking water, support from appropriate technology is frequently required. Solar distillator, a technology used to distillate water by using solar energy, can be applied for reducing dengan concentration of those parameters. The purpose of this research was to ascertain the effect of the distillator towards the reduction of the three parameters, as well as the output volume of the processed water gained from the device's slope of 10° and 20°. Type of the research used was pre-experimental one with one group pre test post test design approach. There were 15 replications, and the examination of the iron and manganese concentration were held in the laboratory of Environmental Health Department fo Yogyakarta Polytechnic of Health, meanwhile for the turbidity, it was referred to the laboratory of Tirta Dharma Water Company in Sleman. The data were analysed by using Wilcoxon and Mann Whitney statistical tests at 95 % confidence level, and the results showed that the reduction of the all parameters' concentration were significant (all p values were under 0,001), and the water volume yielded from the two device's slopes were also significantly different (p value < 0,001), i.e. in average, from 10° was 946 ml/ m²/day and from 20° was 1866 ml/m²/day.

Keywords : solar distillator, turbidity, iron, manganese, water quantity

Intisari

Air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan minum harus memenuhi beberapa persyaratan, baik yang menyangkut kualitas maupun kuantitas. Salah satu syarat dari sisi kualitas adalah terpenuhinya kadar Fe, Mn dan kekeruhan. Untuk memperoleh kualitas air minum yang diinginkan, bantuan teknologi seringkali dibutuhkan, salah satunya adalah penggunaan alat solar distilator, yang prinsip kerjanya adalah melakukan penyulingan air dengan bantuan tenaga sinar matahari. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan kadar ke tiga parameter di atas serta kuantitas air yang dihasilkan dengan menggunakan alat ini pada kemiringan 10° dan 20°. Jenis penelitian yang digunakan adalah pre-eksperimen dengan menggunakan desain one group pre-test post-test. Secara keseluruhan ada 16 kali ulangan, di mana pemeriksaan kadar Fe dan Mn dilakukan di laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Yogyakarta, dan pemeriksaan kekeruhan di laboratorium PDAM Tirta Dharma, Sleman. Data selanjutnya dianalisis menggunakan uji Wilcoxon dan Mann-Whitney pada derajat kepercayaan 95 %, dan hasilnya menunjukkan bahwa penurunan kadar ketiga parameter yang diperiksa adalah sangat bermakna (semua nilai p di bawah 0,001); dan volume air yang dihasilkan oleh kemiringan alat 10° dan 20° juga berbeda (p<0,001), yaitu masing-masing sebesar 946 ml/m²/hari and 1866 ml/m²/hari.

Kata Kunci : solar distilator, kekeruhan, besi, mangan, kuantitas air

PENDAHULUAN

Air merupakan bagian penting dari sumber daya alam yang mempunyai karakteristik unik jika dibandingkan dengan sumber daya lainnya, karena bersifat terbarukan serta dinamis. Artinya, sumber utama air yang berupa hujan akan selalu

datang sesuai dengan waktu atau musimnya sepanjang tahun ¹⁾.

Menurut Permenkes RI nomor 416/Menkes/Per/IX/1990, yang dimaksud dengan air adalah air minum, air bersih, air kolam renang dan air pemandian umum. Disebutkan pula bahwa air minum adalah air yang kualitasnya harus memenuhi

syarat kesehatan dan dapat langsung diminum²⁾.

Air minum menurut Permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum dikatakan aman bagi kesehatan apabila telah memenuhi persyaratan secara fisika, mikrobiologi, dan kimia serta radioaktif yang dimuat dalam daftar parameter wajib dan parameter tambahan³⁾.

Selanjutnya, menurut Permenkes RI di atas, kadar Fe yang diperbolehkan dalam air minum adalah 0,3 mg/liter, kadar Mn adalah 0,4 mg/liter dan kekeruhan maksimal adalah 5 NTU³⁾.

Distilasi adalah suatu proses pemurnian untuk senyawa cair, yaitu suatu proses yang didahului dengan menguapkan senyawa cair dengan memanaskannya, lalu mengembunkan uap yang terbentuk dengan cara menampungnya dalam wadah yang terpisah, untuk mendapatkan distilat⁴⁾.

Distilasi sederhana, dasar pemisahnya adalah perbedaan titik didih yang jauh atau dengan salah satu komponen bersifat volatil. Dengan adanya perbedaan titik didih, jika campuran dipanaskan, maka komponen yang titik didihnya lebih rendah akan menguap lebih dulu. Adapun perbedaan ke-volatil-an yaitu kecenderungan sebuah substansi untuk menjadi gas. Prinsip percobaan dari distilasi adalah berdasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya masing-masing⁴⁾.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa proses distilasi prinsip dasarnya adalah adanya perbedaan titik didih dan kevolatilan. Adanya perbedaan titik didih antara air dengan Fe (besi) dan Mn (mangan), dapat menjadi acuan bagi diterapkannya pengolahan air dengan menggunakan metoda distilasi ini untuk memperoleh air minum yang memenuhi syarat-syarat kesehatan.

Perbedaan volatilitas antara air dengan Fe dan Mn diperlihatkan dengan

perbedaan titik didihnya. Air mendidih pada suhu 100 °C sedangkan Fe mendidih pada suhu 2862 °C dan Mn pada suhu 2032 °C. Berdasarkan prinsip tersebut, peneliti mencoba mengaplikasikan metoda distilasi dengan sumber tenaga surya atau matahari untuk menurunkan kekeruhan, serta kadar Fe dan kadar Mn pada air yang digunakan untuk minum. Penulis juga ingin mendapatkan informasi mengenai efisiensi alat distilator yang digunakan, dalam menurunkan parameter-parameter tersebut serta hubungannya dengan kuantitas air yang diolah, karena selama ini informasi tersebut belum ditemukan.

METODA

Jenis penelitian yang digunakan yaitu *pre experimental* karena percobaan yang dilakukan tidak melibatkan variabel kontrol dan sampel tidak dipilih secara random. Adapun desain yang digunakan dalam eksperimen ini adalah *one group pre-test post-test*⁹⁾.

Penelitian ini dilakukan di rumah Bapak Yendi di Dusun Towangan, Margokaton, Seyegan, Sleman, karena air sumur gali miliknya mengandung kekeruhan, kadar Fe dan kadar Mn yang tinggi

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Solar Distilator, yaitu sebuah alat pengolahan air berbentuk prisma trapesium yang memanfaatkan energi matahari guna menguapkan air yang kemudian didinginkan untuk menghasilkan air murni sebagai hasil olahan atau sebagai distilatnya.

Alat yang digunakan untuk merangkai Solar Destilator tersebut meliputi gergaji, martil, meteran, penggaris, jerigen, dan kuas. Sedang bahan yang digunakan adalah papan kayu, paku, cat warna hitam, pipa PVC, selang, plastik, lem, lakban, dan alumunium foil.

Tahapan dalam penelitian ini terdiri dari: 1) penentuan lokasi penelitian, 2) penyiapan alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian, 3) pembuatan alat Solar Destilator dengan kemiringan atap 10° dan 20°, 4) pengambilan dan pemeriksaan sampel air untuk diperiksa di laboratorium sebagai data *pre-test*, 5)

pemaparan air pada Solar Destilator di bawah sinar matahari langsung selama 10 jam, 6) pengukuran kadar Mn, Fe dan kekeruhan air hasil olahan sebagai data *post-test* dan mengukur volume air yang dihasilkan, 7) pengulangan penelitian dilakukan sebanyak 16 kali.

Pemeriksaan kadar Fe dan Mn dilakukan di Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Yogyakarta, sedangkan untuk pemeriksaan kekeruhan dilakukan di laboratorium milik PDAM Tirta Dharma, di Sleman.

Data penelitian yang diperoleh, diuji secara deskriptif maupun analitik, di mana analisis statistik yang digunakan adalah uji Wilcoxon dan Mann-Whitney yang bersifat non-parametrik, pada derajat kepercayaan 95 %. Uji Wilcoxon digunakan untuk mengetahui kebermaknaan perbedaan kadar Fe, kadar Mn, dan kekeruhan antara sebelum dan sesudah perlakuan, sedangkan uji Mann-Whitney digunakan untuk mengetahui kebermaknaan perbedaan volume air yang dihasilkan dari Solar Distilator pada kemiringan 10° dan 20°.

HASIL

Hasil pemeriksaan kadar Fe, baik untuk sebelum maupun sesudah pengolahan tersaji dalam Tabel 1. Terlihat bahwa pada hasil pengukuran *pre-test* terendah adalah 3,80 mg/l dan tertinggi 4,80 mg/l, dengan rata-rata 3,99 mg/l. Adapun pada kelompok data *post-test*, kadar Fe pada semua ulangan adalah 0 mg/l, atau dengan kata lain turun sebanyak 100 %.

Perbedaan lama waktu pemaparan, dalam hal ini tidak mempengaruhi penurunan kadar Fe karena berapapun waktu yang didapatkan dalam pemaparan, efisiensi *removal* Fe mencapai 100 %. Hal tersebut dikarenakan dalam proses distilasi digunakan prinsip pemisahan uap air dari larutan atau senyawa yang mempunyai titik didih yang lebih besar yang tidak tergantung pada lamanya pemaparan⁵⁾.

Selanjutnya, hasil pemeriksaan kadar Mn, baik sebelum pengolahan mau-

pun sesudah pengolahan, disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 1.
Hasil pemeriksaan kadar Fe sebelum dan sesudah pengolahan

Ulangan ke	Kadar Fe (mg/l)		Penurunan (%)
	Pre-test	Post-test	
1	3,80	0	100
2	3,90	0	100
3	3,90	0	100
4	3,90	0	100
5	3,90	0	100
6	3,90	0	100
7	3,80	0	100
8	4,80	0	100
9	3,80	0	100
10	3,90	0	100
11	3,90	0	100
12	3,90	0	100
13	3,90	0	100
14	3,90	0	100
15	3,80	0	100
16	4,80	0	100
Jumlah	63,8	0	1600
rerata	3,99	0	100

Pada Tabel 2 tersebut, terlihat bahwa pada pengukuran *pre-test*, kadar Mn terendah adalah 1,30 mg/l dan tertinggi mencapai 3,40 mg/l, dengan rerata sebesar 2,37 mg/l. Sementara itu, untuk kelompok data *post-test*, kadar Mn untuk semua ulangan adalah 0 mg/l, atau turun 100 %.

Sama dengan yang terjadi pada hasil pemeriksaan kadar Fe, di mana distilasi menggunakan prinsip pemisahan uap air dari larutan atau senyawa yang mempunyai titik didih yang lebih besar sehingga tidak tergantung pada lamanya pemaparan/penyulingan⁵⁾, maka perbedaan lama pemaparan tidak akan mempengaruhi penurunan kadar Mn karena berapapun waktu yang didapatkan dalam proses pemaparan, efisiensi dari *removal* Mn mencapai 100 %.

Adapun pada Tabel 3, disajikan hasil pemeriksaan kekeruhan sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan.

Tabel 2.
Hasil pemeriksaan kadar Mn sebelum dan sesudah pengolahan

Ulangan ke	Kadar Mn (mg/l)		Penurunan (%)
	Pre-test	Post-test	
1	3,40	0	100
2	1,65	0	100
3	3,10	0	100
4	3,10	0	100
5	3,10	0	100
6	1,70	0	100
7	1,30	0	100
8	1,65	0	100
9	3,30	0	100
10	1,65	0	100
11	3,10	0	100
12	3,10	0	100
13	3,10	0	100
14	1,70	0	100
15	1,30	0	100
16	1,65	0	100
Jumlah	37,9	0	1600
rerata	2,37	0	100

Pada pemeriksaan *pre-test* atau sebelum dilakukan pengolahan, kadar terendah kekeruhan adalah sebesar 27,3 NTU dan tertinggi mencapai 47,2 NTU, dengan rerata dari 15 kali ulangan sebesar 42,0 NTU. Adapun Setelah dilakukan pengolahan, pengukuran data *post-test* menunjukkan bahwa kadar kekeruhan terendah mencapai 0,84 NTU dan tertinggi masih berada pada 1,70 NTU, dengan rerata untuk seluruh ulangan sekitar 1,19 NTU. Jika dinyatakan dengan prosentase, penurunan kekeruhan yang terjadi akibat pengolahan dengan Solar Distilator yang digunakan, berkisar antara 96,01 % dan 98,22 % dengan rata-rata 97,11 %.

Adapun mengenai hasil pengukuran volume air olahan yang dihasilkan da-

ri kemiringan atap Solar Distilator 10^o dan 20^o, datanya tersaji dalam Tabel 4. Volume air tersebut dinyatakan dalam satuan tiap m² alat penyulingan tersebut dan untuk tiap hari penggunaan alat. Terlihat bahwa dengan menggunakan kemiringan atap 10^o, volume air terendah yang dapat dicapai adalah 68 ml/m²/hari sedangkan capaian tertinggi adalah hampir dua kalinya atau 120 ml/m²/hari. Sementara itu, dengan kemiringan distilator 20^o, volume terendah air mencapai 142 ml/m²/hari dan tertinggi adalah 230 ml/m²/hari. Rerata volume air olahan per hari yang dihasilkan dari masing-masing kemiringan atap tersebut, secara berturut-turut adalah 94,6 ml/m² dan 186,6 ml/m².

Tabel 3.
Hasil pemeriksaan kadar kekeruhan sebelum dan sesudah pengolahan

Ulangan ke	Kadar kekeruhan (NTU)		Penurunan (%)
	Pre-test	Post-test	
1	40,4	1,30	96,78
2	45,9	1,17	97,45
3	46,6	1,39	97,02
4	45,6	0,96	97,89
5	46,4	1,29	97,22
6	45,4	1,21	97,33
7	27,3	1,09	96,01
8	44,8	0,91	97,97
9	38,3	1,40	96,34
10	32,9	1,07	96,75
11	44,0	1,01	97,70
12	44,8	1,41	96,85
13	47,2	0,84	98,22
14	45,5	1,70	96,26
15	31,3	1,25	96,01
16	45,7	0,96	97,90
Jumlah	672,1	18,96	1553,72
rerata	42,0	1,19	97,11

Secara deskriptif, terlihat jelas bahwa kadar Fe dan Mn air antara sebelum dan sesudah didistilasi berbeda, karena penurunan yang terjadi mencapai 100 %

untuk semua ulangan. Hal itu pun terlihat dari hasil konfirmasi dengan uji *Wilcoxon* dengan derajat kepercayaan 95% yang memperoleh nilai p lebih kecil dari 0,001. Dengan uji statistik yang sama terhadap data *pre-test* dan *post-test* kekeruhan, diperoleh p value lebih kecil dari 0,001; yang menunjukkan bahwa rerata kedua kelompok data kekeruhan antara sebelum dan sesudah menggunakan Solar Distilator, memang berbeda secara signifikan. Dari hasil analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa Solar Distilator yang digunakan mampu menurunkan kadar Fe, Mn dan kekeruhan secara bermakna.

Tabel 3.
Hasil pengukuran volume air olahan yang dihasilkan dari kemiringan atap solar distilator 10° dan 20°

Ulangan ke	Volume air olahan (ml/m ² /hari)	
	Kemiringan 10°	Kemiringan 20°
1	84	155
2	98	197
3	92	178
4	84	157
5	68	142
6	79	162
7	115	224
8	110	230
9	120	218
10	97	191
11	92	170
12	115	195
13	95	198
14	86	185
15	85	178
16	93	205
Jumlah	1513	2985
rerata	94,6	186,6

Untuk mengetahui apakah volume air olahan yang dihasilkan dari kemiringan atap alat penyulingan pada 10° dan 20° memang berbeda, hasil uji statistik dengan *Mann-Whitney* mendapatkan ni-

lai $p < 0,001$, sehingga dapat disimpulkan bahwa volume air yang dihasilkan oleh kedua kemiringan atap dari alat tersebut memang berbeda secara statistik.

PEMBAHASAN

Abdullah ⁶⁾, dalam studinya menjelaskan bahwa kualitas air tawar yang dihasilkan dari eksperimennya, setara dengan kualitas *aquadest* atau air suling. Pada proses penguapan air, di mana terjadi perubahan bentuk air dari cair menjadi gas, secara otomatis akan terjadi pula perubahan berat jenis (BJ) dari air yang diproses tersebut. Berat jenis air dalam bentuk uap adalah lebih kecil dari berat jenis air dalam bentuk cair, sehingga ketika terjadi penguapan air, unsur-unsur penyusun air alam dan berbagai *impurities*-nya yang berupa unsur logam, garam, bahan padat, dan lainnya yang memiliki BJ lebih besar dari BJ uap air akan tertinggal sebagai refinat atau residu ⁶⁾.

Hilangnya Fe dan Mn pada air minum sebagai hasil distilasi, membuktikan berjalannya teori distilasi yang dijelaskan di atas. Penyulingan atau distilasi adalah pemisahan campuran yang prosesnya berdasarkan pada perbedaan titik didih. Metoda ini dapat digunakan untuk memisahkan campuran yang titik didihnya berbeda antara satu dengan lainnya. Proses distilasi menggunakan sumber panas untuk menguapkan air, di mana tujuannya adalah memisahkan molekul air murni dari kontaminan yang punya titik didih lebih tinggi dari air.

Proses distilasi selain dapat membuang logam-logam berat seperti timbal, arsenik, dan merkuri, dapat juga membuang mineral dan bakteri. Namun untuk zat-zat seperti klorin atau yang tergolong ke dalam VOC atau *volatile organic chemicals*, yang titik didihnya lebih rendah dari air, proses distilasi tetap tidak bisa menghilangkannya ¹⁰⁾.

Dalam suhu kamar, berat jenis besi adalah 7,874 g.cm⁻³, berat jenis atmosfer atau udara sebesar 1,2 x 10⁻³ g.cm⁻³, dan berat jenis air 1 g.cm⁻³. Perbedaan berat jenis di antara besi dengan udara serta air mengakibatkan besi yang me-

miliki BJ lebih besar dari BJ udara dan air, akan tertinggal sebagai refinat atau residu.

Demikian pula halnya yang terjadi dengan mangan. BJ zat ini dalam suhu kamar adalah $7,21 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, sehingga besarnya perbedaan berat jenis yang ada antara mangan dengan udara serta air, mengakibatkan mangan yang memiliki BJ lebih besar dari BJ udara dan air akan tertinggal sebagai refinat atau residu.

Prinsip dasar kerja distilasi adalah komponen atau larutan diuapkan melalui pemanasan. Apabila komponen atau larutan tersebut memiliki kesetimbangan titik didih dan kevolatilan yang sama maka keduanya akan mengisi uap yang terbentuk. Namun, apabila komponen/larutan memiliki titik didih dan kevolatilan yang berbeda dengan air maka komponen tersebut akan mengendap sebagai residu. Dengan proses itu, partikel-partikel di dalam air yang tidak mudah menguap seperti koloid atau zat pengkeruh kemudian akan tertinggal sebagai residu karena memiliki sifat kevolatilan yang cenderung sukar untuk berubah menjadi uap ⁷⁾.

Rerata kekeruhan pada air minum hasil dari distilasi yang hanya tinggal sebesar 1,19 NTU atau turun 97,11 % dari kekeruhan sebelum diolah, membuktikan berjalannya teori distilasi yang telah dijelaskan di atas. Penurunan dengan prosentase yang sangat tinggi tersebut membuktikan bahwa Solar Destilator sangat efektif dalam menurunkan kekeruhan.

Rata-rata volume air distilat yang dihasilkan ternyata sangat dipengaruhi oleh kemiringan atap distilator yang digunakan sebagai tempat penangkap uap air. Sebagai perbandingan, selain hasil pengukuran volume air dari kemiringan atap yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu $946 \text{ ml/m}^2/\text{hari}$ untuk 10° dan $1866 \text{ ml/m}^2/\text{hari}$ untuk 20° , penelitian lain yang dilakukan oleh Abdullah ⁶⁾ dengan menggunakan kemiringan 45° , ternyata menghasilkan air sebanyak $3866 \text{ ml/m}^2/\text{hari}$; sehingga secara deskriptif terlihat bahwa semakin besar tingkat kemiringan atap distilator yang digunakan sebagai

penangkap uap air, maka akan semakin banyak pula volume air yang dihasilkan.

Semua zat padat dan cair pada dasarnya berkemungkinan untuk menguap menjadi suatu bentuk gas, dan kemudian dapat mengembun kembali, tergantung pada kondisi suhu dan tekanan uap. Pada suhu tertentu dan tekanan uap yang telah setimbang, gas dapat berubah menjadi cair karena sifat gas apabila mendapat tekanan tertentu akan berubah menjadi cair. Perubahan gas menjadi cair tersebut juga terjadi pada proses distilasi pada alat Solar Destilator. Air yang menguap dapat menjadi buliran embun pada plastik atap distilator. Uap air yang menguap terus menerus akan berakibat pada kesetimbangan tekanan uap, sehingga gas yang mendapat tekanan akan berubah menjadi cair kembali yang disebut sebagai proses pengembunan ⁸⁾.

Perbedaan volume air olahan yang dihasilkan oleh kemiringan atas distilator antara 10° , 20° dan 45° sangat dipengaruhi oleh gaya yang didapat oleh embun pada bidang atap distilator, sehingga berlaku hukum Newton II yang terkait dengan benda pada bidang miring yang licin. Apabila sebuah benda diletakkan di puncak bidang miring yang licin, maka benda tersebut akan meluncur turun pada bidang miring tersebut. Saat bergerak turun, benda mengalami percepatan gravitasi sehingga kecepatannya makin lama akan makin besar.

KESIMPULAN

Penggunaan Solar Destilator secara bermakna berpengaruh terhadap penurunan kadar Fe, kadar Mn dan kekeruhan. Ini terlihat dari perbedaan kadar ketiga parameter tersebut antara sebelum dan sesudah perlakuan. Pengolahan air dengan Solar Destilator dapat menurunkan kekeruhan hingga 97 %, serta kadar Fe dan kadar Mn hingga 100 %. Sementara itu, volume air yang dihasilkan dari Solar Destilator pada kemiringan 10° dan luas 1 m^2 adalah sebesar $94,6 \text{ ml/ hari}$ dan pada kemiringan 20° dengan luas 1 m^2 adalah sebesar $186,6 \text{ ml/m}^2/\text{hari}$. Berdasarkan hasil penelitian

di atas, dapat disimpulkan bahwa Solar Distilator yang digunakan, efektif digunakan untuk membantu dalam penyediaan air bersih di daerah-daerah tertentu yang mempunyai permasalahan keberadaan Fe dan Mn serta tingginya kekeruhan, selain juga efisien dalam membantu menyediakan air bersih dalam jumlah yang cukup.

SARAN

Kepada masyarakat disarankan untuk menggunakan Solar Destilator seperti yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai alternatif pemecahan masalah untuk air yang tidak memenuhi syarat kadar Fe, Mn dan kekeruhan. Adapun untuk penelitian lanjutan yang terkait, sebaiknya melakukan pengujian laboratorium terhadap parameter-parameter mikrobiologis sehingga dapat mengetahui apakah dengan Solar Destilator tersebut, air minum yang dihasilkan dapat memenuhi persyaratan air minum seperti yang diatur oleh Permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Air Minum.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kodoatie, R. dan Sjarief, R., 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*, Andi Offset, Yogyakarta.
2. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/Menkes/Per/IX/1990*
3. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010*.
4. *Jurnal Kimia Dasar "Destilasi"* (diakses 19 Januari 2013 dari http://www.scribd.com/doc/92703000/JURNAL_DESTILASI).
5. Muannis, 2009. *Pengujian Sistem Distilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Kolektor Plat Datar dengan Tipe Kaca Penutup Miring*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
6. Abdullah, S., 2005. *Pemanfaatan Distilator Tenaga Surya (Solar Energy) untuk Memproduksi Air Tawar dari Air Laut*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
7. Akhirudin, T., 2008. *Desain Alat Distilasi Air Laut dengan Sumber Energi Tenaga Surya sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih*, Institut Pertanian Bogor.
8. *Modul Distilasi, Panduan Pelaksanaan Laboratorium Instruksional*. Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.
9. Notoatmojo, S., 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rineka Cipta, Jakarta.
10. Noviana, 2011. *6 Cara Memisahkan Campuran* (diakses 18 Januari 2013 dari <http://novianakimia2002.blogspot.com/>).