

# THE EXAMINATION OF TOTAL HARDNESS ON DRINKING WATER WITH BOILING AND FILTER PROCESS USING COMPLEXOMETRY METHOD

Agustina W. Djuma<sup>1</sup>, Frengki Olla<sup>2</sup>

## Abstract

Water with good quality is water which requires good conditions of physic, chemical, bacteriology, and radioactive. One of chemical requirement is total hardness ( $\text{CaCO}_3$ ) with maximum degree 500 mg/L. Water with high level hardness can cause several problems. One of these is harm for health (causing kidney infection). A way to decrease this level of hardness through heat and filter process. The aim of this research is to find out the value of total hardness of drinking water and to discover the decrease of its effectiveness after heat, stagnation, and filter process. Kind of research used is appearance experiment through five times replication. Method for examining total hardness is complexometry. Data are analyzed methodically using *One Way ANOVA* parametric examination. Samples consist of sample A (drinking water before being boiled/controlled), B (boiled, filtered hot once), C (boiled, filtered hot twice), D (boiled, filtered cold once), and E (boiled, filtered cold twice). After the examination, the result of value of total hardness value for sample A is 362,69 mg/L; B 161,32 mg/L; C 157, 43 mg/L; D 88, 30 mg/L and E 84,02 mg/L. The result of Anova examination shows value  $p < 0,05$ . Then, *Post Hoc* and *Homogeneous Subsets* examination which is performed reveals that sample D and E become the most effective in decreasing the value of total hardness. It is concluded that the value decrease occurred on drinking water after process of heat, stagnation, and filter. The effectiveness of decreasing total hardness has been gained on drinking water sample that run through boiling process, stagnation for two hours, and filter once (sample D) amount to 76%. All samples have fulfilled the requirements of total hardness value concerning to Health Minister Regulation (Permenkes) No. 492/Menkes/Per/IV/2010.

Keywords : total hardness, drinking water, filtration, complexometry

## PENDAHULUAN

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian dari tubuh manusia terdiri dari air dan tidak seorang pun dapat bertahan hidup lebih dari 4 - 5

hari tanpa meminum air. Selain untuk minum, air juga digunakan untuk memasak, mencuci, mandi dan membersihkan kotoran yang ada di sekitar rumah (Candra, 2006).

---

\*) Dosen Jurusan Analisis Kesehatan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Kupang

Air dengan kualitas yang baik adalah air yang memenuhi syarat baik secara fisik, kimia, bakteriologis maupun radioaktif. Salah satu persyaratan kimia yaitu kesadahan. Menurut Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010, kadar maksimum kesadahan total dalam air minum yang dinyatakan sebagai  $\text{CaCO}_3$  yaitu 500 mg/L.

Kesadahan merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion - ion logam valensi dua (kation) seperti  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Pada umumnya air sadah berasal dari daerah dimana lapis tanah atas tebal dan ada pembentukan batu kapur (Sutrisno, 2002). Kesadahan air dapat dibagi berdasarkan jenis anion yang diikat oleh kation  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yaitu kesadahan sementara (ikatannya dengan ion karbonat dan bikarbonat) dan kesadahan permanen (ikatannya dengan ion klorida dan sulfat) (Gabriel, 2001).

Menurut Park, et al. (2007) dan Sutrisno (2002), air dengan tingkat kesadahan yang tinggi dapat menimbulkan beberapa masalah seperti menyebabkan kerak pada ketel, menyebabkan sabun kurang berbusa dan dapat membahayakan kesehatan. Secara

ekonomis dan teknis, timbulnya kerak pada ketel sangat merugikan karena akan menyebabkan transfer panas terhambat sehingga panas yang dibutuhkan harus lebih tinggi akibatnya, dibutuhkan bahan bakar yang lebih banyak dan waktu memasak yang lebih lama. Air sadah yang digunakan untuk mencuci, menyebabkan sabun kurang berbusa karena mineral air sadah seperti ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  dapat bereaksi dengan anion sabun yang dapat menurunkan efisiensi pembersihan, sehingga diperlukan sabun lebih banyak. Air dengan tingkat kesadahan yang tinggi, bila diminum dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan batu ginjal.

Kupang merupakan daerah dengan kondisi tanah berkapur sehingga mempunyai air tanah dengan tingkat kesadahan yang cukup tinggi. Hal ini terjadi karena air tanah mengalami kontak dengan batuan kapur yang ada pada lapisan tanah yang dilalui air. Air dengan tingkat kapur yang cukup tinggi biasanya mempunyai tingkat kesadahan yang tinggi pula (Said dan Marsidi, 2010).

Candra (2006) menyebutkan bahwa salah satu cara untuk menurunkan tingkat kesadahan air yaitu dengan proses pemanasan. Pemanasan air menyebabkan terlepas atau dikeluarkannya  $\text{CO}_2$  dari dalam air, sehingga membentuk endapan  $\text{CaCO}_3$  yang tidak larut.

Air dengan proses pemanasan/pendidihan merupakan salah satu alternatif air minum masyarakat di Kupang, terutama di RT 07/RW 02 Kelurahan Oebufu. Air yang digunakan untuk dididihkan umumnya adalah air sumur. Setelah dididihkan, air tersebut biasanya didiamkan beberapa menit (15 - 20 menit) sampai kapurnya mengendap kemudian disaring menggunakan penyaring sederhana yang terbuat dari kain katun dengan sekali atau dua kali proses penyaringan. Tujuan dari penyaringan ini adalah untuk menurunkan kadar kapur dalam air.

Berdasarkan uraian di atas, telah dilakukan penelitian dengan judul “Uji Kesadahan Total Pada Air Minum Dengan Proses Pendidihan dan Penyaringan Menggunakan Metode Kompleksometri”.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi dan Rancangan penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Kupang pada bulan Juni – Juli Tahun 2014. Jenis penelitian yang digunakan yaitu eksperimen semu dengan menggunakan desain *cross sectional study*.

### Sampel

Sampel yang digunakan adalah air yang diambil dari salah satu sumur gali di RT 07/RW 02 Kelurahan Oebufu, Kecamatan Oebobo, Kota Kupang. Menurut Supranto (2000), besar pengulangan sampel ditentukan dengan rumus :

$$(t-1)(r-1) > 15$$

dimana : t = banyaknya perlakuan

r = jumlah replikasi

karena ada lima perlakuan yaitu :

sampel A : belum dididihkan

sampel B : telah dididihkan, disaring 1x pada kondisi suhu air panas

sampel C : telah dididihkan, disaring 2x pada kondisi suhu air panas

sampel D : telah dididihkan, disaring  
1x pada kondisi suhu air  
dingin

sampel E : telah dididihkan, disaring  
2x pada kondisi suhu air  
dingin.

maka, jumlah pengulangan/replikasi  
untuk tiap perlakuan dapat dihitung  
sebagai berikut :

$$(5-1) (r-1) > 15$$

$$(r-1) > 15/4$$

$$r > 3,75 + 1$$

$$r > 4,75$$

Jadi, jumlah pengulangan/replikasi untuk  
tiap perlakuan minimal lima kali.

## Analisis

### Analisis sampel

Analisis sampel meliputi  
pemeriksaan kualitatif dan kuantitatif.  
Pemeriksaan kualitatif yaitu pemeriksaan  
untuk memastikan ion  $\text{Ca}^{2+}$  dalam  
sampel, dimana hanya dilakukan pada  
sampel A, bila positif maka dilanjutkan  
pada pemeriksaan kuantitatif yaitu uji  
kesadahan total secara kompleksometri  
sesuai prosedur SNI-06-6989.12-2004  
(dilakukan pada sampel A, B, C,D dan E).

### Analisis data

Nilai kesadahan total yang didapat  
kemudian dibandingkan dengan standar  
yang ditetapkan oleh Permenkes  
No.492/Menkes/Per/IV/2010 mengenai  
persyaratan kualitas air minum yaitu  
kesadahan total ( $\text{CaCO}_3$ ) maksimum  
yang diperbolehkan adalah 500 mg/L.  
Selanjutnya, dilakukan uji *One Way  
Anova* untuk mengetahui tingkat  
penurunan kesadahan air minum dengan  
taraf kesalahan 5 % ( $\alpha = 0,05$ ), serta  
dilakukan perhitungan untuk mengetahui  
efektivitasnya.

## HASIL

### Pengambilan dan Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan dalam  
penelitian ini adalah sampel air yang  
belum dididihkan dimana berasal dari  
salah satu sumur gali di RT 07/ RW 02,  
Kelurahan Oebufu. Topografi di daerah  
ini memiliki tanah yang berkapur (tanah  
putih), sehingga pemilihan salah satu  
sumur dianggap mewakili kondisi air  
pada daerah tersebut (Said dan Marsidi,  
2010).

Pengambilan sampel air sumur  
mengikuti prosedur SNI 6989.58:2008.

Wadah yang digunakan yaitu ember. Sampel air sumur yang diambil kemudian diisikan pada botol sampel yang kering dan bersih (kode A), sisanya kemudian diisikan pada botol yang lain untuk kemudian diberi perlakuan.

#### *Preparasi sampel B dan C*

Sampel air pada botol kemudian dituang pada ketel lalu didihkan menggunakan api kompor. Setelah mendidih, kompor dimatikan dan air didiamkan selama 15 menit. Setelah itu, air disaring sekali menggunakan kain katun berlabel B ke wadah botol kaca B. Hasil penyaringan itu, kemudian disaring satu kali lagi menggunakan penyaring kain katun berlabel C ke wadah botol kaca C. Untuk mengisi kembali wadah botol B, air dari ketel diambil lagi dan disaring satu kali menggunakan penyaring berlabel B. Setelah 15 menit, air dari botol kaca tersebut dihomogenkan dan dipindahkan ke wadah botol plastik menurut label masing – masing.

#### *Preparasi sampel D dan E*

Sampel air pada botol kemudian dituang pada ketel lalu didihkan menggunakan api kompor. Ketel yang digunakan adalah ketel yang sama pada

preparasi sampel B dan C namun telah dicuci sampai bersih dan dikeringkan.

Air yang telah mendidih, kemudian didiamkan selama 2 jam. Kemudian, dengan hati - hati air dipindahkan ke wadah yang lain (ceret) dimana kapur yang mengendap tidak ikut dipindahkan. Setelah itu, air disaring sekali menggunakan kain katun berlabel D ke wadah botol plastik D. Hasil penyaringan itu, kemudian disaring satu kali lagi menggunakan penyaring kain katun berlabel E ke wadah botol plastik E. Untuk mengisi kembali wadah botol D, air dari ketel diambil lagi dan disaring satu kali menggunakan penyaring katun berlabel D.

#### **Pemeriksaan Sampel**

Sampel A, B, C, D dan E kemudian dibawa ke Laboratorium Kimia Jurusan Analis Kesehatan Kupang untuk diperiksa. Pemeriksaan sampel meliputi pemeriksaan kualitatif dan kuantitatif. Bila pemeriksaan kualitatif positif mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$  baru dilanjutkan dengan pemeriksaan kuantitatif yaitu uji kesadahan total menggunakan metode kompleksometri.

*Pemeriksaan kualitatif*

Pemeriksaan kualitatif digunakan untuk memastikan apakah terdapat ion  $Ca^{2+}$  yang merupakan salah satu ion penyebab kesadahan dalam air. Sampel yang digunakan untuk pemeriksaan kualitatif adalah sampel A. Setelah dilakukan uji tersebut, didapatkan sampel positif mengandung ion  $Ca^{2+}$ .

Hasil uji kesadahan total dari lima kali replikasi adalah sebagai berikut :

**Tabel 1. Hasil Uji Kesadahan Total ( $CaCO_3$ )**

Replikasi	M $Na_2EDTA$	Nilai Kesadahan Total (mg $CaCO_3/L$ )				
		A*	B*	C*	D*	E*
1	0,0100 M	365,66	165,48	161,48	85,41	81,41
2	0,0099 M	353,42	153,26	151,94	87,86	84,56
3	0,0102 M	362,09	157,22	156,54	89,16	88,48
4	0,0100 M	364,99	163,48	156,81	86,74	81,41
5	0,0101 M	367,30	167,14	160,40	92,33	84,24
Rata-rata		362,69	161,32	157,43	88,30	84,02

A\* : air yang belum dididihkan ; B\* : dididihkan, disaring 1x pada suhu air panas; C\* : dididihkan, disaring 2x pada suhu air panas; D\* : dididihkan, disaring 1x pada suhu air dingin; E\* : dididihkan, disaring 2x pada suhu air dingin.

**Analisa Statistik**

Penurunan nilai kesadahan dapat dianalisis menggunakan uji parametrik *One Way ANOVA*, dengan ketentuan data berdistribusi normal dan varians homogen. Hasil uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan data berdistribusi normal ( $p = 0,579$  dan  $0,140$  atau  $> 0,05$ ) dan juga hasil *Test of Homogeneity of Variances*

*Pemeriksaan kuantitatif*

Pemeriksaan kuantitatif yaitu uji kesadahan total ( $CaCO_3$ ) secara kompleksometri. Pemeriksaan ini digunakan untuk mengetahui kadar  $CaCO_3$  pada sampel A, B, C, D, dan E, dengan kadar maksimum 500 mg/L (Depkes, 2010).

menunjukkan varians homogen ( $p = 0,229$  atau  $> 0,05$ ).

Hasil uji *Anova* menunjukkan nilai  $p < 0,05$  artinya terdapat perbedaan nilai kesadahan total dari kelima sampel. Selanjutnya dilakukan *Post Hoc Test* untuk melihat kelompok sampel yang memiliki perbedaan yang tidak bermakna. Hasil uji ini menunjukkan bahwa antar sampel B dan C, serta D dan E yang

memiliki nilai  $p > 0,05$  yang berarti pada kelompok itu tidak terdapat perbedaan yang bermakna. Hasil uji yang terakhir yaitu uji *Homogeneous Subsets* menunjukkan bahwa sampel E dan D merupakan sampel yang paling efektif dalam menurunkan nilai kesadahan total pada air minum.

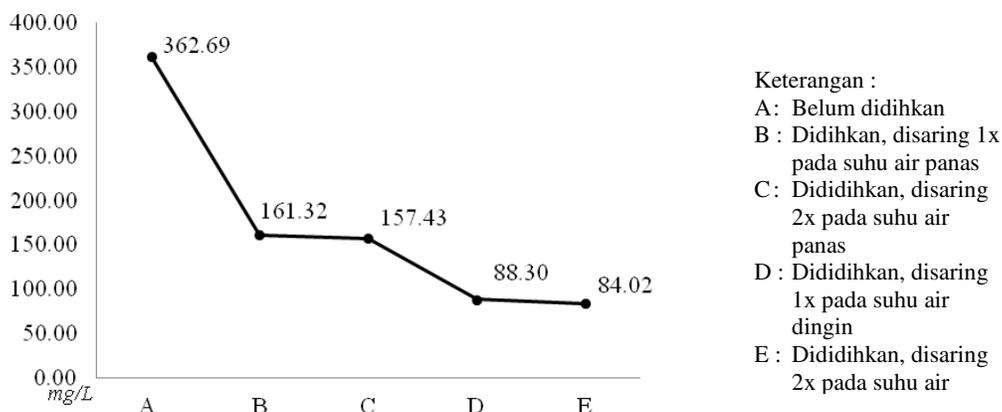
Untuk mengetahui nilai efektifitas sampel yang telah diberi perlakuan dalam menurunkan nilai kesadahan, maka perlu dihitung persentase efektifitas. Hasil persentase efektifitas penurunan nilai kesadahan total adalah sebagai berikut :

**Tabel 2. Persentase Efektivitas Penurunan Nilai Kesadahan Total**

Sampel	Nilai Kesadahan Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	% Efektivitas
A	362,69	-
B	161,32	56 %
C	157,43	57 %
D	88,30	76 %
E	84,02	77 %

Dari hasil diatas, terlihat bahwa setelah dididihkan dan disaring pada kondisi suhu yang panas (sampel B dan C) terjadi penurunan nilai kesadahan sebesar 56-57%. Sedangkan, bila disaring pada kondisi suhu air yang dingin (sampel D dan E) penurunan bertambah 20 % menjadi 76-77 %.

Hasil uji kesadahan total (CaCO<sub>3</sub>) pada sampel air minum, bila disajikan dalam bentuk grafik, maka akan tampak sebagai berikut :



**Gambar 1. Grafik Penurunan Nilai Kesadahan Total Air Minum dengan Proses Pendidihan dan Penvaringan**

## PEMBAHASAN

### Titration Kompleksometri

Titration kompleksometri adalah titration berdasarkan pembentukan senyawa kompleks antara kation dengan zat pembentuk kompleks. Sebagai zat pembentuk kompleks yang banyak digunakan dalam titration kompleksometri adalah garam dinatrium etilendiamin tetraasetat ( $\text{Na}_2\text{EDTA}$ ). Ion – ion yang dapat terukur menggunakan metode ini adalah kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ). Logam alkali tanah (kalsium dan magnesium) membentuk senyawa kompleks yang tidak stabil pada  $\text{pH} < 10$ , oleh karena itu untuk menetapkan titik akhir titration digunakan indikator logam dan dapar/penyangga yang sesuai. Ikatan kompleks antara indikator dan ion logam harus lebih lemah dari ikatan kompleks larutan titer dan logam. Indikator yang banyak digunakan dalam titration kompleksometri adalah biru hidroksi naftol dan Eriochrome Black T (EBT) (Anonim, 1979).

Pada pembakuan/standarisasi  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ , digunakan indikator biru hidroksi naftol. Menurut Anonim (1979), indikator ini bekerja pada  $\text{pH} 12-13$

dengan perubahan warna dari merah keunguan menjadi biru. Bila tidak pada  $\text{pH}$  tersebut maka titik akhir titration tidak akan stabil. Sehingga, untuk menjaga kestabilan  $\text{pH}$  digunakan  $\text{NaOH}$  encer.

Pada penetapan nilai kesadahan ( $\text{CaCO}_3$ ), digunakan indikator Eriochrome Black T. Menurut Anonim (1979), indikator ini bekerja pada  $\text{pH} 10 \pm 0,1$  dengan perubahan warna dari merah keunguan menjadi biru. Seperti indikator biru hidroksi naftol, indikator ini juga tidak bekerja dengan baik bila  $\text{pH}$  larutan tidak sesuai, sehingga untuk menjaga kestabilan  $\text{pH}$  maka digunakan dapar ammonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )  $\text{pH} 10$ .

### Kesadahan

Kesadahan merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion logam valensi dua kation seperti  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Pada umumnya air sadah berasal dari daerah dimana lapis tanah atas tebal dan ada pembentukan batu kapur (Sutrisno, 2002).

Menurut Gabriel (2001), berdasarkan jenis anion yang diikat oleh kation ( $\text{Ca}^{2+}$  atau  $\text{Mg}^{2+}$ ) kesadahan dapat dibagi menjadi dua, yaitu : kesadahan sementara

dan kesadahan tetap. Kesadahan sementara adalah kesadahan yang disebabkan oleh ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang berikatan dengan ion karbonat dan bikarbonat. Sedangkan, kesadahan tetap adalah kesadahan yang disebabkan oleh ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang berikatan dengan ion  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , misalnya  $\text{CaCl}_2$  dan  $\text{MgSO}_4$ . Sehingga, pemeriksaan nilai kesadahan total yang dinyatakan sebagai  $\text{CaCO}_3$  pada dasarnya adalah pemeriksaan terhadap nilai kesadahan sementara.

Menurut Gabriel (2001) dan <http://filterpenyaringair.com> nilai kesadahan sementara pada air dapat diturunkan dengan cara pemanasan dan penyaringan, salah satunya menggunakan penyaring katun. Pemanasan menyebabkan dikeluarkannya  $\text{CO}_2$  dari dalam air sehingga akan membentuk endapan yang tidak larut. Sedangkan pada penyaringan menggunakan penyaring katun, zat-zat kapur (endapan  $\text{CaCO}_3$ ) yang terbentuk akan menempel pada penyaring, sehingga air yang tersaring adalah air yang memiliki kadar kapur yang lebih sedikit.

Pada pemeriksaan nilai kesadahan air minum, dilakukan tiga perlakuan utama

yaitu proses pendidihan, pendiaman, dan penyaringan. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa setelah dididihkan dan disaring satu kali pada kondisi suhu panas (pendiaman 15 menit), terjadi penurunan nilai kesadahan total sebesar 56% terhadap air minum yang belum dididihkan (kontrol). Setelah air disaring dingin (pendiaman 2 jam), nilai kesadahan menurun 20% lagi atau 76% terhadap kontrol. Artinya bahwa semakin lama didiamkan, maka semakin banyak  $\text{CaCO}_3$  yang mengendap sehingga pada saat menyaring kapur yang tertinggal pada penyaring lebih sedikit dan air yang tersaring memiliki nilai kesadahan yang lebih kecil pula.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Disimpulkan bahwa terjadi penurunan nilai kesadahan yang bermakna pada air minum setelah proses pendidihan, pendiaman dan penyaringan. Efektivitas penurunan nilai kesadahan total sebesar 76% telah dicapai pada sampel air minum yang melalui proses pendidihan, pendiaman 2 jam dan penyaringan satu kali. Air minum yang belum dididihkan (air sumur gali) di RT

07/RW 02 Kelurahan Oebufu dan telah didihkan kemudian disaring memenuhi syarat kesadahan total air minum sesuai Permenkes No.492/Menkes/Per/IV/2010.

Disarankan bagi masyarakat agar air minum yang telah didihkan sebaiknya sebelum disaring, didiamkan dalam jangka waktu minimal 2 jam agar semakin banyak zat kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) yang mengendap, sehingga dapat mengurangi risiko terhadap gangguan kesehatan. Bagi peneliti selanjutnya, melakukan penelitian ini menggunakan metode penyaringan air yang lain (selain penyaring kain katun).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.1979. *Farmakope Indonesia Edisi III*. Jakarta : Depkes RI.
- BSN. 2004. *Air dan Air limbah (Cara uji kesadahan total kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dengan metode titrimetri) SNI-06-6989.12-2004*.
- .2008. *Metoda Pengambilan Contoh Air Tanah, SNI 6989.58:2008*.
- Candra, Budiman. 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : EGC.
- .2010. *Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta : Kementrian Kesehatan RI.
- Firmansyah, Vera. 2013. *11 Cara Penyaringan Air Tradisional*, <http://filterpenyaringair.com/11-cara-penyaringan-air-tradisional/> (25 Maret 2014)
- Gabriel, J.F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Jakarta: Hipokrates.
- Park, J.S., Song, J.H., Yeon, K.H., dan Moon, S.H. 2007. *Removal Of Hardness Ions from Tap Water Using Electromembrane Processes*. Desalination 202.
- Said, N.I., dan Marsidi, R. 2010. *Buku Air Minum*. Jakarta : Direktorat Teknologi Lingkungan.
- Supranto, J. 2000. *Teknik Sampling untuk Survei & Eksperimen*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Sutrisno, C. T. 2002. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta : Rineka Cipta.