

## Pengaruh Penyaringan Secara Tradisional Terhadap Kadar Kesadahan Total Pada Air Sumur Gali di Desa Batang Terap Kecamatan Perbaungan Kab. Serdangbedagai

Rosmayani Hasibuan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Analis Kesehatan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan

**Abstract.** *In use the water has specific requirements, both for households and industry. One of the requirements that must be met is the number of water hardness, the numbers associated with the amount of calcium and magnesium. On the use of water for washing and bathing, excess of calcium and magnesium will reduce the effectiveness of the soap/detergent, even for domestic use the element content should be zero, because of the presence of these elements can cause the crust on cooking utensils. The studies conducted in August to October 2013, about the influence of traditional filtering on total hardness levels in Batang Terap village Perbaungan sub-district Serdang Bedagai regency. The goal of this research is to find out the influence of traditional filtering for the well water total hardness levels. Samples taken as many as 10 samples before filtering and 10 samples after filtering from the same 10 house, which the characteristic feature of water containing total hardness is the formation of crust on cookware. Analysis were performed using complexometry method. Results obtained before screening was 158.36 ppm- 283.55 ppm, and after filtration was 134.82 ppm-179.75 ppm. The result of decreased levels of hardness before and after filtering is 8.13%-36.60%*

**Keywords:** *well water, total hardness, complexometry*

### PENDAHULUAN

Air adalah materi esensial di dalam kehidupan. Tidak satupun makhluk hidup didunia ini yang tidak memerlukan dan tidak mengandung air. Sel hidup, baik tumbuhan maupun hewan, sebagian besar tersusun oleh air, seperti di dalam sel tumbuhan terkandung lebih dari 75% atau di dalam sel hewan terkandung lebih dari 67%. Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Pengelolaan sumber daya air yang kurang baik dapat menyebabkan kekurangan air. Sesuai dengan peraturan Republik Indonesia permenkes 492/Menkes/PER/VII/2010 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, peraturan perundang-undangan no.9 tahun 1960 tentang pokok-pokok kesehatan (lembaga negara no.131 tahun 1960), undang-undang no.11 tahun 1962 tentang hygiene untuk usaha-usaha bagi umum (lembaga negara no.48 tahun 1962), serta undang-undang no.2 tahun 1966 tentang hygiene (lembaga negara no.22 tahun 1966). Dalam sebuah molekul air dua buah atom hidrogen berikatan dengan sebuah atom oksigen melalui dua ikatan kovalen,

yang masing-masing mempunyai energi sebesar 110,2 kkal per mol. Ikatan kovalen merupakan dasar bagi sifat air yang penting, misalnya kebolehan air sebagai pelarut (Winarno, 2004).

Penelitian yang telah dilakukan Dadan Suherman yang diambil sebagai contoh air sadah dari sumur gali penduduk yang berlokasi dibelakang rumah makan setuju, Jalan Raya Cipatat Padalarang Bandung, yang diperiksa di Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI Bandung tahun 2008 menemukan hasil penelitian kesadahan total air dalam sumur gali tersebut adalah 567,75 mg/l  $\text{CaCO}_3$ . Kesadahan air dapat diturunkan dengan berbagai cara yang telah diteliti oleh peneliti terdahulu antara lain; zeolit untuk mengurangi kesadahan air (Marsidi, 2001), teknologi pengolahan air minum dari air baku yang mengandung kesadahan tinggi (Widayat, 2007), pengaruh ketebalan karbon aktif sebagai media filter terhadap penurunan kesadahan air sumur artesis (Mifbakhuddin, 2010), menurunkan nilai kesadahan melalui penyaringan dengan pasir kuarsa contoh air Padalarang Bandung (Suherman, 2008).

Penurunan nilai kesadahan air pada cara-cara tersebut diatas membutuhkan alat

dan biaya yang tidak murah (mahal). Adanya perusahaan daerah air minum (PDAM) di desa Batang Terap kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdangbedagai, tidak berpengaruh terhadap masyarakat. Masyarakat pernah mengajukan permohonan instalasi air disetiap rumah khususnya yang daerahnya yang berada sedikit dipedalaman, dengan alasan yang telah diberikan informasi oleh masyarakat setempat bahwa tidak dilakukannya pemasangan instalasi tersebut dikarenakan karena terlalu jauh dari pipa besar PDAM tersebut. Dengan demikian masyarakat didesa tersebut masih banyak yang menggunakan sumur gali untuk sumber air minum serta kebutuhan sehari-hari dalam keperluan rumah tangga lainnya. Air sumur gali didesa tersebut seperti yang telah dilakukan ditinjau bahwa sepertinya air tersebut digunakan pada peralatan masak seperti panci menimbulkan kerak, pada pencucian pada sayur yang terlalu lama menimbulkan sedikit keras pada sayuran tersebut, kemudian pada pipa menimbulkan kerak dan alat mandi seperti sower menimbulkan penyumbatan, dan ketika dipakai untuk mencuci memerlukan sabun yang banyak.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka penulis ingin mengetahui apakah dengan metode penyaringan tradisional kadar kesadahan dapat diturunkan, karena dengan penyaringan tradisional akan membutuhkan alat dan biaya yang tidak begitu mahal dan dapat dilakukan oleh masyarakat di Desa Terap Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang Bedagai. Dari permasalahan diatas tersebut maka penulis ingin melakukan penelitian apakah air sumur gali yang ada didesa Batang Terap Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang Badagai mengandung kesadahan total yang tinggi dapat diturunkan kesadahannya dengan penyaringan tradisional yang sesuai Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/Menkes/Per//IV/2010 tentang syarat-syarat kualitas air minum.

Dalam penelitian yang akan dilaksanakan ini, penulis merasa perlu membuat pembatasan masalah, yaitu hanya menentukan penurunan kesadahan total di dalam air sumur gali di Desa Batang Terap Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdangbedagai. Mengingat luasnya wilayah

Desa Batang Terap, maka penelitian dilakukan hanya di Jalan Fesifera 1 Sawit Indah Perbaungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyaringan secara tradisional terhadap kesadahan total di dalam air sumur gali di Desa Batang Terap Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdangbedagai. Secara khusus, tujuan penelitian ini untuk (1) menentukan kadar kesadahan total di dalam air sumur gali di Desa Batang Terap Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang Bedagai. (2). Untuk menentukan pengaruh penyaringan secara tradisional terhadap kesadahan total di dalam air sumur gali di Desa Batang Terap Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdangbedagai.

## METODE

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan desain retrospektif, dimana peneliti ini akan mendeskripsikan bagaimana penurunan nilai kesadahan total yang terdapat pada sumur gali didesa Batang Terap Kec. Perbaungan Kab. Serdangbedagai sesudah penyaringan secara tradisional.

### Lokasi dan waktu penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Agustus-Oktober 2013 di Desa Batang Terap Jalan Fesivera 1 Sawit Indah Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang Bedagai. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan Jurusan Analis Kesehatan Jl. William Iskandar Pasar V Barat No. 6 Medan Estate.

### Populasi dan sampel penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah air yang berasal dari seluruh sumur gali yang terdapat di Desa Batang Terap Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang Bedagai yang berjumlah 30 sumur. Sampel diambil sebanyak 10 sampel air sumur gali yang dipergunakan oleh warga didesa tersebut, dengan memilih sampel air yang diduga mengandung kesadahan total yang tinggi yaitu adanya kerak berwarna putih pada alat masak yang dipergunakan oleh masyarakat setempat.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode titrimetri dengan menggunakan titrasi kompleksometri. Alat yang digunakan adalah Labu ukur (1000 mL), Labu ukur (250 mL), Labu erlenmeyer (250 mL), Beaker glass (250 mL), Buret (50 mL), Pipet volume (50,0 mL), Pipet volume (10,0 mL), Statif, Neraca analitik, Tangkai pengaduk, Pipet tetes. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: EDTA 0,01 M, Kalsium karbonat 0,01 M, Ammonium hidroksida, Ammonium klorida, Larutan indikator EBT 1%.

### **Pembuatan reagensia**

#### **Larutan standart EDTA 0,01 M.**

Ditimbang 3,72 gr di-Natrium EDTA (dihidrat) dalam aquadest dan diencerkan dalam labu ukur hingga 1 liter.

#### **Larutan standart 0,0106 M.**

Ditimbang 0,2640 gr kedalam erlenmeyer 250 mL, melalui corong yang diletakkan diatas erlenmeyer dituangkan sedikit demi sedikit dengan larutan 1:1 HCl (yaitu larutan yang terbagi dalam setengah larutan HCl pekat dan setengah bagian air suling yang telah dibuat lebih dahulu dalam gelas ukur 10 mL), lalu ditambahkan 100 mL aquadest dan dididihkan selama 2 menit, larutan tersebut dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL dan diencerkan hingga garis batas.

**Larutan buffer amoniak.** Ditimbang 16,9 gram  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dilarutkan dengan 143 mL dan diencerkan dengan aquadest hingga 250 mL dalam labu ukur.

**Larutan indikator Eriochrome Black T 1%.** Ditimbang 1 gr EBT dilarutkan dengan alkohol 100 mL.

### **Rancangan penelitian**

**Prosedur.** Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode titrimetri secara titrasi kompleksometri.

**Prinsip.** Garam dinatrium etilen diamin tetra acetat (EDTA) akan bereaksi dengan kation logam tertentu membentuk senyawa kompleks kelat yang larut. Pada pH  $10,0 \pm 0,1$ , ion-ion kalsium dan magnesium dalam contoh uji akan beraksi dengan indikator Eriochrome Black T (EBT), dan membentuk larutan berwarna merah keunguan. Jika  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  ditambahkan sebagai titran, maka ion-ion kalsium dan magnesium akan membentuk senyawa

kompleks, molekul indikator terlepas kembali, dan pada titik akhir titrasi larutan akan berubah warna dari merah keunguan menjadi biru (SNI, 2004).

#### **Cara kerja pengambilan sampel.**

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode grab sampel (sampel sewaktu), dimana waktu pengambilan dilakukan pada waktu pagi atau siang hari. Botol sampling yang tertutup lebar, dilobangi disalah satu bagian tutupnya. Lalu lobang tersebut ditutup dengan menggunakan penutup yang sesuai dengan ukurannya. Lalu tutup kecil tersebut diberi tali pada bagian atasnya. Pada bagian bawah botol diberi pemberat (batu) dibagian bawahnya. Kemudian ikat leher botol sampling tersebut dengan menggunakan tali yang bersih dan kuat. Dengan posisi mulut botol sampling menghadap keatas, ulurkan botol tersebut kedalam sumur secara perlahan-lahan, jangan sampai botol tersebut menyentuh dinding sumur. Setelah botol sampling kira-kira mencapai setengah dari kedalam air sumur, buka tutup botol kecil dengan menarik tali pengikatnya, agar air sumur masuk kedalam botol. Tarik botol yang telah berisi air secara perlahan-lahan agar botol tidak menyentuh dinding sumur. Ulangi percobaan seperti hasil diatas dengan mengambil air sumur dari dasar maupun dari permukaan sumur. Kemudian tutup mulut botol tersebut, dan buat label.

**Cara penyaringan.** Bahan yang digunakan untuk penyaringan adalah arang, ijuk, pasir halus, batu kerikil, dan kran. Alat yang digunakan adalah bak penampung, dan drum. Cara penyaringannya adalah pertama-tama drum berisikan pada bagian dasar adalah ijuk setinggi 15 cm, pada bagian kedua adalah potongan arang setinggi 10 cm, pada bagian ketiga ijuk setinggi 15 cm, pada bagian keempat adalah kerikil setinggi 15 cm, pada bagian teratas adalah pasir setinggi 15 cm. Kemudian air dari sumur yang ditampung pada bak penampungan, dimasukkan ke dalam drum penyaringan kemudian buka keran pada drum dan lakukan pengambilan contoh air.

**Cara kerja penetapan.** Molaritas larutan standart EDTA 0,01 M, Kedalam labu erlenmeyer masukkan: 10,0 mL larutan standart  $\text{CaCO}_3$  0.0106 M. Tambahkan 40 mL aquadest. Lalu masukkan 1 mL larutan buffer amoniak. Tambahkan beberapa tetes

larutan indikator EBT hingga warna merah anggur. Kemudian titrasi dengan larutan EDTA dari warna merah anggur hingga warna biru jernih. Catat hasil titrasinya. Hitung Moralitas EDTA yang sebenarnya.

**Cara kerja penetapan kesadahan total.** Ambil 50,0 mL contoh uji, masukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 mL. Tambahkan 1 mL larutan buffer amoniak. Tambahkan beberapa tetes indikator EBT sampai membentuk warna merah anggur. Campur, kemudian lakukan titrasi dengan menggunakan larutan baku EDTA 0,0107 M secara perlahan-lahan sampai terjadi perubahan warna merah keunguan menjadi biru jernih, catat hasil titrasinya. Hitung kesadahan totalnya (SNI, 2004).

### Perhitungan.

$$\text{Kesadahan total: (mg CaCO}_3\text{/L) = } \frac{1000}{50} \times A \times B \times C$$

Keterangan:

A: mL EDTA yang digunakan untuk contoh air

B: Berat Molekul  $\text{CaCO}_3$

C: Molaritas EDTA

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap sampel air sumur gali sebelum dan sesudah penyaringan yang diambil di desa Batang Terap Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang Bedagai sebanyak 10 sampel sebelum penyaringan dan 10 sesudah penyaringan, dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

**Tabel 1.** Data hasil titrasi sampel air sumur gali sebelum penyaringan

No	Contoh air	Hasil titrasi (mL EDTA 0,0107 M)		
		Titration I (mL)	Titration II (mL)	Average Titration (mL)
1	Sampel 1	13,20	13,30	13,25
2	Sampel 2	8,70	8,50	8,60
3	Sampel 3	7,70	7,60	7,65
4	Sampel 4	9,50	9,40	9,45
5	Sampel 5	9,60	9,70	9,65
6	Sampel 6	10,00	9,90	9,95
7	Sampel 7	7,20	7,30	7,25
8	Sampel 8	7,90	8,10	8,00
9	Sampel 9	7,80	7,90	7,85
10	Sampel 10	7,30	7,30	7,30

**Tabel 2.** Data hasil titrasi sampel air sumur gali sesudah penyaringan

No	Contoh air	Hasil Titrasi (mL EDTA 0,0107 M)		
		Titration I (mL)	Titration II (mL)	Average Titration (mL)
1	Sampel 1	8,30	8,50	8,40
2	Sampel 2	8,00	7,80	7,90
3	Sampel 3	6,70	6,80	6,75
4	Sampel 4	8,00	8,20	8,10
5	Sampel 5	8,30	8,40	8,35
6	Sampel 6	9,20	9,00	9,10
7	Sampel 7	6,40	6,30	6,35
8	Sampel 8	6,50	6,30	6,40
9	Sampel 9	6,50	6,60	6,55
10	Sampel 10	6,40	6,20	6,30

**Tabel 3.** Data kadar kesadahan total pada air sumur gali sebelum dan sesudah penyaringan

No	Kesadahan total (ppm)		Persentase Penurunan Kesadahan Total (%)	
	Sebelum Penyaringan	Sesudah Penyaringan	Selisih (ppm)	Persen (%)
1	283,55	179,76	103,79	36,60%
2	184,04	169,06	14,98	8,13%
3	163,71	144,45	19,20	11,73%
4	202,23	173,34	28,89	14,29%
5	206,51	178,69	27,82	13,47%
6	212,93	194,74	18,19	8,54%
7	158,36	135,89	22,47	14,90%
8	171,12	136,96	34,16	19,96%
9	167,99	140,17	27,82	16,56%
10	156,22	134,82	21,40	13,70%

### PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan Jurusan Analisis Kesehatan tentang analisa kadar kesadahan total sebelum dan sesudah penyaringan pada air sumur gali didesa Batang Terap Kec. Perbaungan Kab. Serdangbedagai, menunjukkan hasil yang bervariasi. Diduga terjadinya hasil yang bervariasi tersebut, karena perbedaan kondisi tanah dan penggunaan penyaringan, dimana seluruh masyarakat tersebut menggunakan penyaringan tradisional yaitu dengan arang, ijuk, pasir, dan batu kerikil.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan ada beberapa penurunan kadar kesadahan total yang sama, mendekati atau yang sangat berbeda. Nilai penurunan kesadahan yang paling tinggi ditunjukkan dari sampel no. 1 yaitu 36,60%. Penurunan nilai kesadahan pada air tersebut diperhatikan dari proses penyaringan yang digunakan, bahwa penyaringan tersebut komposisi dari arang dalam penyaringan tersebut lebih tebal  $\pm 20$  cm, sehingga terjadi penurunan yang lebih tinggi.

Seperti yang disebutkan oleh Mifbakhudin (2010) didalam jurnalnya bahwa karbon aktif yang terdapat pada arang dapat digunakan dalam proses penurunan kesadahan air. Karena karbon aktif sangat berpengaruh terhadap penurunan kesadahan air karena sifat dari

masing-masing bahan filter dapat menurunkan kesadahan. Karbon aktif adalah karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga pori-porinya terbuka, dan demikian akan mempunyai adsorpsi yang dapat menghilangkan partikel-partikel dalam air dan permukaan arang aktif termasuk  $\text{CaCO}_3$  yang menyebabkan kesadahan. Kemudian pada sampel no.8 (19,96%), berbeda dengan sampel no.1, hal ini mungkin kondisi tanah dengan sampel no.1 berbeda dan pada proses penyaringannya kurang diperhatikan dalam hal pembersihan penyaringan secara berkala.

Pada sampel no.9 penurunan kesadahan menunjukkan nilai 16,56%. Ini lebih rendah dari sampel no.1 dan sampel no.8, karena pada proses penyaringannya jarang dibersihkan sehingga memungkinkan daya serap dari bahan-bahan yang digunakan pada penyaringan tersebut sudah mulai berkurang efektifitasnya dalam menyaring partikel-partikel yang terdapat didalam air khususnya zat-zat logam yang menyebabkan kesadahan pada air. Selanjutnya, nilai kesadahan yang ditunjukkan pada beberapa sampel menunjukkan nilai kesadahan yang hampir sama persentasenya yaitu sampel no.4 (14,29%) dan sampel no.7 (14,90%) dari hasil yang ditunjukkan pada sampel-sampel sebelumnya yang telah dibahas dengan penyaringan yang digunakan pada penyaringan oleh no.9. tetapi yang perlu diperhatikan bahwa pada

sampel no.4 dan no.7 ini ketebalan arangnya  $\pm 15$  cm serta arang yang digunakan adalah arang yang berasal dari tempurung kelapa. Meskipun ketebalannya tinggi tetapi mungkin daya serap dari arang tersebut berkurang efektifitasnya dalam menyerap zat-zat yang tertandung didalam air tersebut.

Nilai kesadahan yang terdapat pada sampel no.3 (11,73%), sampel no.5 (13,47%), dan sampel no.10 (13,70%). Penurunan nilai kesadahan yang ditunjukkan terdapat penurunan yang hampir sama dikarenakan komposisi penyaringannya yang sama, yaitu komposisinya ijuk setinggi 15 cm, potongan arang 10 cm, ijuk setinggi 10 cm, kerikil 15 cm, dan pasir setinggi 10 cm. Secara fisiknya bahan-bahan penyaringan tersebut diatas memiliki kemampuan dalam menyaring partikel-partikel yang ada dalam air. Contohnya seperti pasir dan arang dapat berfungsi aktif dalam menyerap ion-ion Calsium dan Magnesium dalam air. Seperti yang telah dikemukakan oleh Suherman (2008) didalam jurnalnya bahwa pasir dapat berfungsi sebagai penyaringan pH dan proses adsorpsi fisika antara permukaan kristal pasir dengan ion-ion kesadahan.

Nilai kesadahan yang paling rendah persentasenya ditunjukkan oleh sampel no.2 (8,13%) dan sampel no.6 (8,54). Pada sampel tersebut penyaringannya sama dengan sampel no.3, sampel no.5, dan sampel no.10. tetapi pada penyaringan yang digunakan untuk sampel no.2 dan sampel no.6 kurang adanya pembersihan secara berkala dan bahan-bahannya kurang diperhatikan dalam penggunaan bahwa bahan yang lama tidak diganti dengan bahan-bahan yang baru. Sehingga bahan-bahan yang telah digunakan mungkin telah mengalami kejenuhan yang mengakibatkan penurunan kesadahan tidak mencapai optimum. Serta pengaruh karbon aktif dalam arang aktif bila warnanya sudah berubah atau menjadi lebih pucat dari warna aslinya, arang tersebut tidak mampu lagi menyerap zat-zat yang ada dalam air. Sehingga, kualitas air yang disaring sudah tidak baik lagi.

Dari seluruh sampel yang dianalisa masih memenuhi kadar kesadahan total yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan no.492/Menkes/Per/IV/2010 yaitu sebesar 500 ppm. Meskipun memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan,

tetapi menurut Dwi Nur Patria Krisna didalam Jurnal Kesehatan Masyarakat, nilai ambang batas kesadahan yang diperbolehkan sebagai konsumsi air minum adalah 100 ppm dan air yang mempunyai kesadahan diatas angka kesadahan tersebut dikategorikan sebagai air sadah. Sedangkan kesadahan air yang dianggap baik bila kesadahannya antara 50-80 ppm. Karena jika dalam pemakaian yang cukup lama, air sadah dapat menimbulkan penyakit batu ginjal akibat terakumulasinya endapan  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{MgCO}_3$  didalam ginjal.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kadar kesadahan total sebelum penyaringan adalah sekitar 158,36 ppm-283,55 ppm. Sedangkan kadar kesadahan total sesudah penyaringan adalah 134,82 ppm-179,70 ppm. Persentase penurunan kesadahan total adalah 8,13% - 36,60%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. Kimia Lingkungan. Edisi 1. Yogyakarta: Andi.
- Chandra, B. 2007. Penghantar Kesehatan Lingkungan. Cetakan 1. Jakarta: EGC.
- Entjang, I. 2000. Ilmu Kesehatan Masyarakat. Cetakan XIII. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Krisna. & Dwi, N.P. 2011. Faktor Risiko Kejadian Penyakit Batu Ginjal Di Wilayah Kerja Puskesmas Margasari Tegal. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 57-68.
- Marsidi, R. 2001. Zeolit Untuk Mengurangi Kesadahan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(1):1-10.
- Mifbakhuddin. 2010. Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis. *Eksplansi*, 5(2).
- Notoatmodjo, S. 2003. Ilmu Kesehatan Masyarakat Prinsip-Prinsip Dasar. Cetakan 3. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Slamet. & Juli, S. 2007. Kesehatan Lingkungan. Cetakan 7. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- SNI. 2004. Air dan Air Limbah-Bagian 12: Cara Uji Kesadahan Total Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) Dengan

- Metode Titrimetri. Badan Standart Nasional. ICS. 13.060.50.
- Suherman, D. 2008. Menurunkan Nilai Kesadahan Melalui Penyaringan Dengan Pasir Kuarsa Contoh Air Padalarang Bandung. *Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI*, **31(1)**:61-67.
- Takaeda, K. & Sosrodarsono, S. 2003. Hidrologi Untuk Pengairan. Cetakan IX. Jakarta: PT. Pradnya Pramita.
- Widayat, W. 2007. Teknologi Pengolahan Air Minum Dari Air Baku Yang Mengandung Kesadahan Tinggi. *Pusat Teknologi Lingkungan. BPPT. JAI*, **4(1)**.
- Widyastuti, P. 2006. Bahaya Bahan Kimia Pada Kesehatan Manusia dan Lingkungan. Cetakan I. Jakarta: EGC.
- Winarno, F.G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.