

## PENENTUAN KADAR BESI (Fe) AIR SUMUR DAN AIR PDAM DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI

Kuntum Khaira

*Jurusan Tarbiyah STAIN Batusangkar*

*Jl. Sudirman No. 137 Kubu Rajo Lima Kaum Batusangkar 27213*

*Email: kuntum60@gmail.com*

### ABSTRACT

The purpose of research is determine of molecule of  $Fe^{2+}$  from well and PDAM. This research used two sample, they are from well and PDAM. This research used spectrophotometry using 1.10 phenantroline solution. Phenantroline would change all ferrous ion to  $Fe^{2+}$  dissoluable. Three molecules of phenantroline joint with one molecule of  $Fe^{2+}$  form orange-red complex ion. Referring to Standarization from Healthy Minister of Republic Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010, the allowable maximum ferrum concentration in the drinking water is 0,3 ppm. The experiment showed that the ferrum concentration of well were 0,08 and 0,054 g/mL and the ferrum concentration of PDAM were 0,636 mg/L, 2,004 mg/L, 1,939 mg/L, 0,226 mg/L, 0,627 mg/L and 1,003 mg/L.

Key words: drinking water, molecule of  $Fe^{2+}$ , spectrophotometry

### PENDAHULUAN

Hampir segala aspek kegiatan yang dilakukan manusia memerlukan air sebagai bahan pokoknya. Pengadaan air bersih untuk kepentingan rumah tangga seperti untuk air minum dan untuk kepentingan lainnya harus memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan oleh Pemerintah Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 mengelompokkan kualitas air menjadi beberapa golongan menurut peruntukannya yaitu Golongan A, B, C dan D. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dulu; Golongan B merupakan air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk di olah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga; Golongan C, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan sedangkan Golongan D merupakan air yang dapat dipergunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri dan listrik negara.

Dalam hal persyaratan kualitas air minum harus sesuai dengan ketentuan yang tertuang di dalam peraturan Menteri Kesehatan RI No.

492/MENKES/PER/IV/2010 dimana syarat-syarat air minum adalah tidak berasa, tidak berwarna, tidak berbau dan setiap komponen yang terkandung dalam air minum harus sesuai dengan yang ditetapkan. Air minum dapat membuat orang jadi sehat, tetapi juga berpotensi sebagai media penularan penyakit, keracunan dan sebagainya.

Salah satu komponen kimia yang umumnya ada dalam air minum adalah zat besi (Fe). Besi (Fe) dalam jumlah kecil merupakan suatu komponen dari berbagai enzim yang mempengaruhi seluruh reaksi kimia penting dalam tubuh. Besi (Fe) juga merupakan komponen dari hemoglobin yang memungkinkan sel darah merah membawa oksigen dan mengantarkannya ke jaringan tubuh. Bila kekurangan besi (Fe), tubuh manusia akan lemah, mengalami kekurangan darah (anemia), mual, nyeri didaerah lambung, muntah dan kadang-kadang terjadi diare serta sulit buang air besar. Namun kelebihan besi (Fe) dapat menyebabkan keracunan, dimana terjadi muntah, diare dan kerusakan usus (Nurchahyo, 2007).

Kandungan maksimal besi (Fe) yang diperbolehkan supaya memenuhi syarat kualitas

air minum sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan RI tahun 2010 adalah 0,3 mg/L. Pada kadar yang lebih tinggi (1-2 mg/L) Fe dapat menyebabkan air berwarna kuning dan terasa pahit. Perairan yang mengandung besi (Fe) juga sangat tidak diinginkan untuk keperluan rumah tangga karena menyebabkan bekas karat pada pakaian, pada porselen dan alat-alat lainnya (Achmad, 2004).

Sebagian besar keperluan air sehari-hari masyarakat berasal dari dua sumber yaitu air sumur dan air PDAM. Demikian juga halnya dengan masyarakat Jorong Kampung Baru Nagari Baringin Kecamatan Lima Kaum Batasangkar. Air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat adalah air sumur dan air PDAM. Air PDAM yang biasa digunakan tidak berwarna kuning, tetapi air sumur berwarna kuning, terasa pahit dan meninggalkan noda pada pakaian. Hal ini dimungkinkan karena terdapatnya besi (Fe) yang melebihi standar baku mutu. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian tentang kadar besi (Fe) pada sumber air di Jorong Kampung Baru tersebut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan terhadap delapan sampel yang terdiri dari dua sampel air PDAM dan enam sampel air sumur warga Jorong Kampung Baru. Penelitian berlangsung dari bulan April sampai Oktober 2012. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah HCl pekat,  $\text{HNO}_3$  pekat, aquades, larutan hidrosilamin 20 %, buffer ammonium asetat pH 4, larutan fenantrolin 0,1 %, larutan standar besi (Fe), larutan kalium tiosianida 2 N. Sedangkan Alat-alat yang digunakan adalah Spektrofotometer UV-Vis, pipet takar, labu ukur, bola hisap, gelas piala dan alat pemanas.

### Prosedur kerja

#### Pengambilan air sumur

Pada sumur gali, sampel diambil pada kedalaman 20 cm dibawah permukaan air pada pagi hari. Tahapan pengambilan sampel pada sumur gali menurut SNI 6989.58:2008 untuk keperluan ini adalah (1) Siapkan alat pengambil sampel yang sesuai dengan keadaan sumber air; (2) Bilas alat dengan sampel yang akan diambil sebanyak tiga kali; (3) Ambil sampel sesuai dengan keperluan.

#### Pengambilan sampel pada kran air

Tahapan pengambilan sampel sebagai berikut (1) Siapkan botol bersih bebas zat besi; (2) Buka kran selama 1-2 menit; (3) Buka tutup botol dan isi sampel  $\frac{3}{4}$  volume botol dan (4) Lakukan pengawetan dengan cara kimia.

#### Pengawetan cara kimia

Menurut SNI 6989.58:2008 pengawetan secara kimia dilakukan dengan penambahan asam nitrat pekat kedalam sampel sampai pH < 2.

#### Analisis kualitatif

Analisis kualitatif besi dibedakan menjadi Besi ( $\text{Fe}^{2+}$ ) dan Besi  $\text{Fe}^{3+}$ . Menurut Vogel (1985) adalah analisis kualitatif Besi ( $\text{Fe}^{2+}$ ) adalah lima tetes larutan sampel dimasukkan dalam tabung reaksi ditambah tiga tetes larutan kalium tiosianida 2 N. Reaksi positif bila terjadi larutan berwarna merah darah. Analisis kualitatif Besi  $\text{Fe}^{3+}$  adalah lima tetes larutan sampel dimasukkan dalam tabung reaksi ditambah tiga tetes larutan kalium tiosianida 2 N. Reaksi positif bila terjadi larutan berwarna merah darah.

#### Penentuan panjang gelombang maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum adalah (1) Pipet larutan induk Fe yang sudah dibuat, masukkan dalam gelas piala tambahkan 4 mL HCl dan 2 mL larutan hidrosilamin 20 % dan 5 mL aquades; (2) Tambahkan batu didih dan panaskan hingga volume larutan setengah volume awal; (3) Dinginkan larutan kemudian pindahkan dalam labu ukur 25 mL, tambahkan 10 mL; (4) Larutan buffer asetat pH 4 dan 2 mL larutan fenantrolin 0,1 %; (4) Tambahkan aquades hingga tanda batas dan (5) Baca absorbansi larutan pada panjang gelombang 480-540 nm.

#### Pembuatan larutan baku 1,1; 2,2; 3,3; 4,4 dan 5,5 ppm

Pembuatan larutan baku dilakukan dengan prosedur sebagai berikut (1) Pipet 2,4 6,8 dan 10 mL larutan induk Fe yang sudah dibuat masukkan kedalam gelas piala, tambahkan 4 mL HCl p.a dan 2 mL larutan hidrosilamin 20 % dan 5 mL aquades; (2) Tambahkan batu didih dan panaskan hingga volume larutan setengah volume awal; (3) Dinginkan larutan tersebut, kemudian pindahkan kedalam labu ukur 50 mL, tambahkan

10 mL buffer asetat pH 4 dan 2 mL larutan fenantrolin 0,1 %; (4) Tambahkan aquades hingga tanda batas dan (5) Baca absorbansi larutan pada panjang gelombang maksimum.

#### Penetapan kadar Fe

Penetapan kadar Fe dilakukan dengan prosedur sebagai berikut (1) Pipet 50 ml sampel air masukkan dalam gelas piala, tambahkan 4 ml HCl dan 2 ml larutan hidrosilamin 20% dan 5 ml aquades; (2) Tambahkan batu didih dan panaskan sampel sampai volume tersisa 10 ml; (3) Dinginkan larutan tersebut kemudian pindahkan ke dalam labu ukur 25 ml, tambahkan 10 ml larutan buffer asetat pH 4 dan 2 ml larutan fenantrolin 0,1%; (4) Tambahkan aquades hingga tanda batas dan (5) Baca

absorbansi larutan pada panjang gelombang maksimum.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Uji Kualitatif Sampel

Hasil uji kualitatif sampel dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

#### Hasil Pembacaan Panjang Gelombang Maksimum

Hasil pembacaan absorbansi panjang gelombang dari larutan standar besi (Fe) ditunjukkan oleh Tabel 2 berikut. Berdasarkan nilai serapan, diperoleh panjang gelombang maksimum 510 nm.

Tabel 1 Data Hasil Uji Kualitatif Sampel

No	Sampel	Sumber	Warna	Prosedur	Hasil
1	A	Air PDAM	bening	5 tetes sampel + 3 tetes KCNS 2 N	Merah darah
2	B	Air PDAM	bening	5 tetes sampel + 3 tetes KCNS 2 N	Merah darah
3	C	Air sumur	Kekuning	5 tetes sampel + 3 tetes KCNS 2 N	Merah darah
4	D	Air sumur	Kuning	5 tetes sampel + 3 tetes KCNS 2 N	Merah darah
5	E	Air sumur	Kuning	5 tetes sampel + 3 tetes KCNS 2 N	Merah darah
6	F	Air sumur	Bening	5 tetes sampel + 3 tetes KCNS 2 N	Merah darah
7	G	Air sumur	Kekuning	5 tetes sampel + 3 tetes KCNS 2 N	Merah darah
8	H	Air sumur	kuning	5 tetes sampel + 3 tetes KCNS 2 N	Merah darah

Tabel 2 Data Hasil Pembacaan Panjang Gelombang Maksimum

No	Panjang Gelombang	Absorbansi
1	480	0,109
2	485	0,110
3	490	0,111
4	495	0,112
5	500	0,114
6	505	0,117
7	<b>510</b>	<b>0,118</b>
8	515	0,117
9	520	0,113
10	525	0,104
11	530	0,093
12	535	0,078
13	540	0,062

**Data Hasil Pengukuran Serapan (Absorbansi) Larutan Standar Besi (Fe) dengan Spektrofotometer**

Data hasil pengukuran absorbansi dari larutan standar besi (Fe) terhadap konsentrasi

larutan standar besi (Fe) tertera pada Tabel 3 berikut.

**Penentuan Persamaan Garis Regresi**

Persamaan garis regresi dapat ditentukan dengan menggunakan metoda Least Square dan dituliskan di Tabel 4.

Tabel 3 Data Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Besi (Fe)

No	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
1	1,11	0,286
2	2,22	0,516
3	3,32	0,740
4	4,43	0,981
5	5,54	1,229

Tabel 4 Data Perhitungan Persamaan Garis Regresi

No	X	Y	xy	x <sup>2</sup>
1	1,11	0,286	0,3175	1,2321
2	2,22	0,516	1,1455	4,9284
3	3,32	0,74	2,4568	11,022
4	4,43	0,981	4,3458	19,25
5	5,54	1,229	6,8087	30,692
n=5	(Σx) = 16,62	(Σy) = 3,752	(Σxy) = 15,074	(Σx <sup>2</sup> ) = 67,499

Dimana :  $\bar{x} = \frac{(\Sigma x)}{n} = \frac{16,62}{5} = 3,324$   
 $\bar{y} = \frac{(\Sigma y)}{n} = \frac{3,752}{5} = 0,7504$

Persamaan garis regresi untuk kurva kalibrasi dapat diturunkan dari persamaan garis  $y = ax + b$ , dimana : a = slope dan b = intersep. Harga a diperoleh dengan mensubstitusikan nilai-nilai yang terdapat dalam tabel 4 kedalam persamaan berikut :

$$a = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$a = \frac{5(15,074) - (16,62)(3,752)}{5(67,499) - (16,62)^2}$$

$$a = 0,2124$$

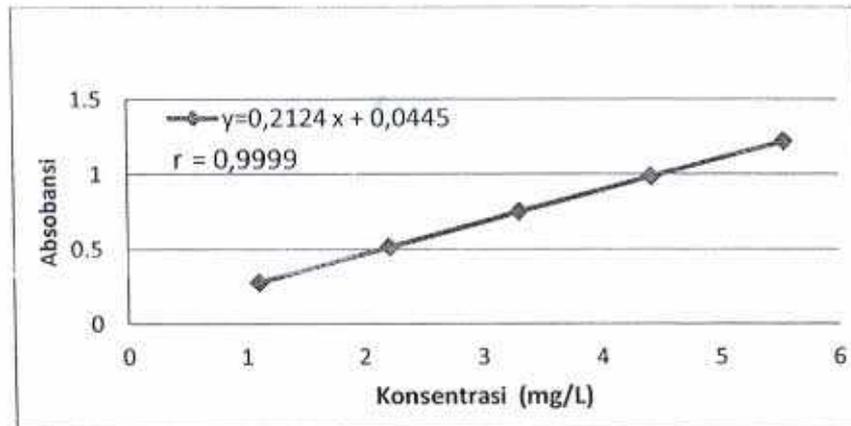
Sedangkan harga b adalah

$$b = \bar{y} - a\bar{x}$$

$$b = 0,7504 - (0,2124)(3,324)$$

$$b = 0,0445$$

Sehingga persamaan garis regresinya adalah  $y = 0,2124x + 0,0445$ . Dari persamaan garis regresi tersebut dibuat kurva kalibrasi antara konsentrasi dengan absorbansi. Berikut ini kurva kalibrasi larutan standar besi (Fe).



Gambar 1 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Besi (Fe)

Diperolehnya Gambar 1 dari persamaan garis regresi linier hubungan antara absorbansi dan konsentrasi larutan standar sebagai berikut :  $y = 0,2124 x + 0,0445$  dimana  $y$  = nilai absorbansi dan  $x$  = kandungan kadar besi (Fe) didalam air. Nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,9999. Hasil ini menunjukkan bahwa antara kandungan besi (Fe) dalam konsentrasi absorbansi berkorelasi positif dan korelasinya erat ( $r^2 = 0,9998$ ). Nilai  $r^2$  sebesar 0,9998 berarti kurva pada gambar 1 tersebut mempunyai keakuratan dalam menentukan konsentrasi sebesar 99,98 %. Selanjutnya untuk

menentukan kadar besi (Fe) dalam sampel air dilakukan pengukuran absorbansi.

**Penetapan Konsentrasi Besi (Fe) pada Sampel**

Konsentrasi besi (Fe) sampel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan garis regresi  $y = 0,2124 x + 0,0445$  dimana  $y$  adalah absorbansi dari sampel. Dengan mensubstitusikan nilai absorbansi ( $y$ ) dari masing-masing sampel akan diperoleh nilai  $x$  yaitu konsentrasi besi (Fe) di dalam masing-masing sampel seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Konsentrasi Masing-Masing Sampel

No	Sampel	Sumber	Absorbansi	Konsentrasi
1	A	Air PDAM	0,051	0,08
2	B	Air PDAM	0,049	0,054
3	C	Air sumur	0,098	0,636
4	D	Air sumur	0,215	2,004
5	E	Air sumur	0,209	1,939
6	F	Air sumur	0,063	0,226
7	G	Air sumur	0,098	0,627
8	H	Air sumur	0,132	1,033

Penelitian ini menggunakan dua jenis sampel air yaitu air PDAM dan air sumur di Jorong Kampung Baru Nagari Baringin Lima

Kaum Batusangkar. Sampel Air PDAM berjumlah 2 buah (Sampel A dan B) dan sampel air sumur sebanyak 6 buah (Sampel C, D, E, F, G,

H). Lima dari enam sampel air sumur secara visual berwarna kekuning-kuningan sampai kuning (tabel 1). Uji organoleptis dari ke dua jenis air tersebut berbeda-beda. Untuk sampel yang berasal dari air PDAM airnya tidak berwarna (bening) dan tidak berasa. Sedangkan sampel yang berasal dari air sumur yang berwarna kekuning-kuningan terasa sedikit pahit dan air sumur yang berwarna kuning terasa sangat pahit.

Analisis kualitatif untuk menguji ada atau tidaknya zat besi (Fe) dilakukan dengan menggunakan larutan kalium tiosianida 2 N. Semua sampel baik yang berasal dari air PDAM ataupun air sumur positif mengandung zat besi (Fe). Hal ini dapat dilihat dari timbulnya warna merah pada larutan (Tabel 1).

Warna merah ditimbulkan karena adanya reaksi antara kalium tiosianida dan besi(III) klorida seperti berikut:



KCl (larutan merah darah). Ion besi ( $\text{Fe}^{3+}$ ) yang terdapat pada air sampel akan bereaksi dengan ion tiosianat ( $\text{CNS}^-$ ) menghasilkan senyawa kompleks  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  yang berwarna merah jingga (Rusmawan, 2011).

Hasil absorbansi larutan standar besi (Fe) pada Tabel 3 menunjukkan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi. Artinya semakin besar nilai konsentrasi larutan maka warna yang dihasilkan akan semakin tajam dan intensitas cahaya yang diserap oleh larutan berwarna akan semakin besar juga sehingga nilai serapan (absoransinya) menjadi bertambah besar. Maka dari hasil pengukuran nilai absorbansi terlihat adanya peningkatan nilai absorbansi seiring bertambahnya konsentrasi larutan besi (Fe).

Besi (Fe) dalam air dapat diketahui kadarnya dengan melakukan analisis kuantitatif secara spektrofotometri menggunakan reagen 1,10 fenantrolin. Sampel air yang dididihkan dalam asam dan hidrosil amin serta penggabungannya dengan fenantrolin akan mengubah semua zat besi menjadi  $\text{Fe}^{2+}$  yang terlarut. Tiga molekul fenantrolin bergabung dengan satu molekul  $\text{Fe}^{2+}$  membentuk senyawa kompleks berwarna oranye merah (Vogel, 1985).

Dari warna larutan kompleks yang dihasilkan maka absorbansinya dapat diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. Warna yang di-

ukur oleh spektrofotometer UV-Vis adalah warna komplementer dari senyawa kompleks yang dihasilkan. Warna merah jingga yang dihasilkan mempunyai warna komplementer hijau-biru. Warna komplementer terbentuk ketika cahaya putih yang berisi seluruh spektrum panjang gelombang melewati suatu medium (larutan kimia berwarna) yang tembus cahaya bagi panjang-panjang gelombang tertentu tetapi menyerap panjang-panjang gelombang yang lain akibatnya medium itu akan tampak berwarna bagi pengamat (Day, 1996). Dari hasil pengukuran absorbansi yang dilakukan diperoleh panjang gelombang maksimum 510 nm.

Berdasarkan hasil analisis sampel diketahui kadar besi (Fe) yang terkandung di dalam air PDAM adalah 0,08 mg/L dan 0,054 mg/L. Kadar ini lebih rendah dibandingkan kadar maksimum yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan RI tahun 2010 sehingga air ini memenuhi standar baku mutu dan aman untuk dikonsumsi. Sedangkan sampel yang berasal dari air sumur memiliki konsentrasi bervariasi, mulai paling rendah 0,226 mg/L dan paling tinggi 2,004 mg/L. Dari enam sampel air sumur hanya satu yang memenuhi standar baku mutu yaitu sampel F yang secara visual memang tidak berwarna (bening) sedangkan sampel air sumur yang lain telah melebihi standar baku mutu yang ditetapkan sehingga dapat dinyatakan kadar besi air sumur tersebut tidak memenuhi standar untuk parameter besi dan tidak aman untuk dikonsumsi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian penentuan kadar besi (Fe) dalam air sumur dan air PDAM di Jorong Kampung Baru Nagari Baringin Kecamatan Lima Kaum Batusangkar dapat disimpulkan (1) Air sumur ataupun air PDAM positif mengandung besi (Fe) dan (2) Air sumur yang berwarna kekuning-kuningan sampai kuning mengindikasikan adanya kadar besi (Fe) yang tinggi yaitu 0,627 mg/L, 0,636 mg/L, 1,003 mg/L, 1,939 mg/L, dan 2,004 mg/L. Nilai ini telah melebihi standar baku yang ditetapkan oleh Keputusan Menkes RI tahun 2010 yaitu 0,3 mg/L. Hal ini menyatakan bahwa air tersebut tidak layak untuk dikonsumsi dan dapat membahayakan kesehatan tubuh dan (3) Kadar besi (Fe) dalam air PDAM adalah 0,08 dan

0,054 mg/L yang berarti air tersebut memenuhi standar baku mutu dan layak untuk dikonsumsi.

#### DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Ahmad Rukaesi. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 6989.58:2008. *Air dan air limbah*.
- Day RA dan Underwood AL.1996. *Analisis Kimia Kuantitatif*. (Terjemahan Aloysius Hadyana P). Jakarta: Erlangga.
- Nurcahyo. 2007. *Kekurangan dan kelebihan zat besi*. <http://www.Indonesia.com/f/7053> diet kaya zat besi. Diakses 10 Maret 2012.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.416/Menkes/Per/IX/1990 untuk *Air Bersih*.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang *Persyaratan Kualitas Air Minu*.
- Rusmawan CA, Onggo D dan Mulyani I. 2011. Analisis Kolorimetri Besi (III) Air Sumur dengan Metode Pencitraan Digital. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains*. Bandung 22-23 Juni 2011.
- Vogel. 1985. *Kimia Analisis Anorganik Kualitatif*. Jakarta: PT Kalman Media Pustaka.