

Hubungan Antara Konduktivitas, TDS (Total Dissolved Solid) DAN TSS (Total Suspended Solid) Dengan Kadar Fe^{2+} Dan Fe Total Pada Air Sumur Gali Di Daerah Summersari, Puger Dan Kencong Kabupaten Jember

Fendra Nicola, Mukh Mintadi, Siswoyo*
Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember
*E-mail: siswoyo@unej.ac.id

ABSTRAK

Sebagian besar penduduk di Kabupaten Jember menggunakan air sumur gali untuk keperluan sehari-hari. Salah satu masalah yang sering dijumpai adalah besi dalam air sumur gali yang menyebabkan karat dan noda kecoklatan pada pakaian atau perabot rumah tangga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan Fe^{2+} dan Fe Total dengan konduktivitas, TDS dan TSS dalam air sumur gali. Air sumur gali dipilih di daerah pH air yang netral (Summersari), basa (Puger) dan asam (Kencong). Penentuan Fe^{2+} dan Fe Total menggunakan spektrofotometer UV-Vis, penentuan konduktivitas dan TDS menggunakan konduktometer dan penentuan TSS menggunakan metode penyaringan dan penimbangan residu. Hasil dari penelitian ini diperoleh kadar Fe^{2+} di daerah Summersari, Puger dan Kencong berturut-turut adalah 0,358 ppm, 0,377 ppm dan 0,493 ppm, kadar Fe Total adalah 0,615 ppm, 0,514 ppm dan 0,701 ppm. Nilai Konduktivitas di daerah Summersari, Puger dan Kencong berturut-turut adalah 288,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 529,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan 561,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$, untuk nilai TDS adalah 184,90 mg/L, 371,30 mg/L dan 391,30 mg/L, sedangkan nilai TSS adalah 42,50 mg/L, 59,39 mg/L dan 66,50 mg/L. Dapat disimpulkan bahwa secara umum semakin besar kadar Fe^{2+} maka semakin besar nilai konduktivitas, TDS dan TSS, sedangkan kadar Fe total sangat kecil pengaruhnya terhadap nilai konduktivitas, TDS dan TSS.

Kata Kunci: besi, konduktivitas, TDS, TSS, air sumur gali

PENDAHULUAN

Air tanah merupakan air yang berada dibawah permukaan tanah. Karakteristik utama yang membedakan air tanah dan air permukaan adalah pergerakan air tanah yang sangat lambat dan waktu tinggal (*residence time*) yang sangat lama, dapat mencapai puluhan bahkan ratusan tahun [1].

Besi adalah salah satu dari unsur penting yang ditemukan dalam air permukaan dan air tanah. Air yang mengandung besi yang terlalu tinggi sangat tidak diinginkan untuk keperluan rumah tangga, karena dapat menyebabkan bekas karat pada pakaian, porselin dan alat-alat lainnya serta menimbulkan rasa yang tidak enak pada konsentrasi diatas 0,31mg/L [2].

Senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengsekresi Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapat transfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering kali disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada

mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk.

Besi (II) sebagai ion ferro yang dapat larut, merupakan jenis besi yang lebih umum ditemukan dalam air tanah daripada Fe (III). Air tanah tidak berhubungan dengan oksigen dari atmosfer, sehingga menghasilkan keadaan reduksi (Fe^{2+}) dalam air tanah. Oleh karena itu, besi dengan bilangan oksidasi rendah, yaitu Fe (II) umum ditemukan dalam tanah dibandingkan Fe (III) [2].

Konduktivitas (daya hantar listrik/DHL) adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik. Oleh karena itu, semakin banyak garam-garam terlarut yang terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL [1]. Konduktivitas dinyatakan dengan satuan $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ atau $\mu\text{Siemens}/\text{cm}$. Nilai DHL berhubungan erat dengan nilai padatan terlarut total (TDS) [3].

TSS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion yang biasa ditemukan di perairan. TSS terdiri atas lumpur, pasir halus dan jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air.

Berdasarkan uraian tersebut diatas diduga bahwa konduktivitas, TDS dan TSS berhubungan dengan kadar mineral/unsur yang terdapat di dalam air tanah, termasuk besi pada air tanah yang berasal dari sumur gali.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA Universitas Jember dimulai bulan Juli sampai Oktober 2014. Tempat pengambilan sampel di daerah Puger, Kencong dan Sumbersari. Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah pipet tetes, pipet mohr 1 mL, 5 mL dan 10 mL, botol semprot, ball pipet, kuvet, spektrofotometer UV-Vis, neraca analitik, pH meter, konduktometer, gelas kimia 200 mL, 300 mL, dan 100 mL, labu takar 50 mL, 100 mL dan 1000 mL, cawan porselen, oven, desikator, penjepit cawan, erlenmeyer, corong gelas, spatula, dan kertas saring.

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah garam $\text{Fe}(\text{NH}_4\text{OH})_2\text{SO}_4$, Hidroksilamina-HCl (Merck) 10%, Fenantrolin 0,1, Buffer asetat pH 4, Aquades, H_2SO_4 , larutan KCl (Merck) dan Air Sumur Gali.

Pengambilan Sampel Air

Sampel diambil dari 3 lokasi yang berbeda yaitu di daerah sebagai berikut :

1. Lokasi pertama di daerah Sumbersari tepatnya JL. Kaliurang dengan kode titik pengambilan sampel

yaitu S1 (JL. Kaliurang Gg. Bengkel No. 2), S2 (JL. Kaliurang RT 05, RW 07), dan S3 (JL. Kaliurang RT 05, RW 07 bersebelahan dengan S2 dengan jarak +/- 5 meter).

2. Lokasi kedua di daerah Puger disekitar tambang batu kapur dengan kode titik pengambilan sampel yaitu P1 (Desa Grenden, Kapuran Puger), P2 (Desa Grenden Kapuran RT 001, RW 003), dan P3 (Desa Grenden, Kamaran).
3. Lokasi ketiga di daerah Kencong disekitar persawahan dengan kode titik pengambilan sampel yaitu K1 (Desa Pulojatisari, RT 003, RW 036), K2 (Desa Pulojatisari, RT 003, RW 036), dan K3 (Desa Pulojatisari, RT 003, RW 036).

Analisis Data

Penentuan kadar besi menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dan untuk penentuan konduktivitas dan TDS menggunakan konduktometer. Penentuan TSS dengan cara penyaringan sampel kemudian keringkan dalam oven dan ditimbang berat residunya. Nilai koefisien korelasi dihitung menggunakan rumus

$$r = \frac{n\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

Tabel 4.1 Data Konduktivitas Sampel Air Sumur Gali

Sampel	Konduktivitas ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Keterangan
S1	296,7	JL. Kaliurang, Sumbersari
S2	284,0	
S3	284,7	
P1	543,0	Ds. Grenden, Kapuran, Puger
P2	617,0	
P3	427,3	
K1	689,3	Ds. Pulojatisari, Kencong
K2	549,3	
K3	445,7	

Kadar Fe^{2+} dan Fe total dapat dihitung menggunakan persamaan dari kurva kalibrasi $y = mx + c$ dimana y adalah absorbansi dan x adalah kadar Fe^{2+} dan Fe total. Hubungan antara konduktivitas, TDS, dan TSS dengan kadar Fe (II) dan Fe total dapat diketahui dengan cara dibuat grafik perbandingan antara masing masing parameter dengan Fe (II) dan Fe total. Dilakukan perhitungan koefisien korelasi antara parameter dengan kadar besi. Nilai koefisien korelasi (r) yaitu antara $-1 \leq r \leq 1$, dapat diartikan sebagai kriteria nilai r sebagai berikut:

- 0,00 – 0,199 : Korelasi sangat lemah
- 0,20 – 0,399 : Korelasi lemah
- 0,40 – 0,599 : Korelasi cukup
- 0,60 – 0,799 : Korelasi kuat
- 0,80 – 1,000 : Korelasi sangat kuat [4].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konduktivitas Air Sumur Gali

Setelah dilakukan pengukuran konduktivitas dari air sumur gali di daerah Sumbersari, Puger dan Kencong maka didapatkan hasil seperti tabel 4.1.

Dari semua sumur gali tersebut masih memenuhi syarat Kepmenkes No. 907/2002 menetapkan batas maksimum *conductivity* 125 mS/m.

TDS Air Sumur Gali

Penentuan total padatan terlarut dalam air sumur gali didapatkan hasil seperti tabel 4.2. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 416/MENKES/PER/IX/1990 Tanggal 3 September 1990, kadar maximum TDS yang diperbolehkan yaitu

1.000 mg/L. Jadi, dari semua sampel tersebut masih memenuhi batas persyaratan kualitas air bersih.

TSS Air Sumur Gali

Dari hasil pengukuran TSS pada 3 lokasi dengan 9 sumur gali didapatkan data sebagai tabel 4.3. Nilai TSS

dari semua lokasi sumur gali masih dibawah ambang batas menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 03 Tahun 2010 Tanggal 18 Januari 2010 yaitu 150 mg/L.

Tabel 4.2 Data TDS Sampel Air Sumur Gali

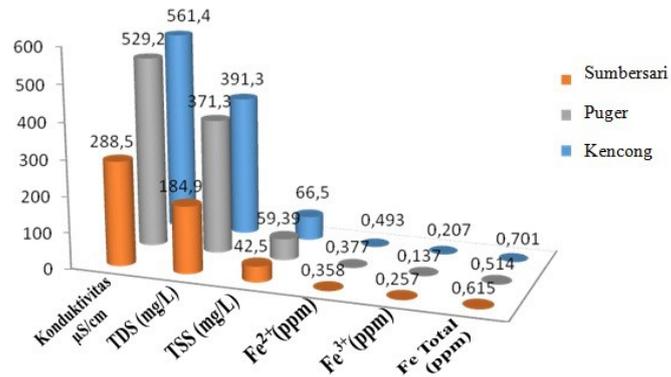
Sampel	TDS (mg/L)	Keterangan
S1	190,0	JL. Kaliurang, Sumbersari
S2	182,0	
S3	182,7	
P1	378,3	Ds. Grenden, Kapuran, Puger
P2	427,7	
P3	308,0	
K1	473,3	Ds. Pulojatisari, Kencong
K2	383,7	
K3	317,0	

Tabel 4.3 Data TSS Sampel Air Sumur Gali

Sampel	TSS (mg/L)	Keterangan
S1	41,17	JL. Kaliurang, Sumbersari
S2	27,33	
S3	59,00	
P1	74,33	Ds. Grenden, Kapuran, Puger
P2	60,67	
P3	43,17	
K1	95,17	Ds. Pulojatisari, Kencong
K2	49,17	
K3	55,17	

Tabel 4.4 Kadar Besi Dalam Sampel Air Sumur Gali

Sampel	Fe ²⁺ (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Fe Total (ppm)	Keterangan
S1	0,328	0,458	0,786	JL. Kaliurang, Sumbersari
S2	0,368	0,150	0,518	
S3	0,378	0,162	0,540	
P1	0,376	0,038	0,414	Ds. Grenden, Kapuran, Puger
P2	0,378	0,116	0,494	
P3	0,378	0,256	0,634	
K1	0,620	0,282	0,902	Ds. Pulojatisari, Kencong
K2	0,464	0,262	0,726	
K3	0,396	0,078	0,474	



Gambar 4.1 Profil Masing-masing Lokasi

Profil Masing-masing Lokasi

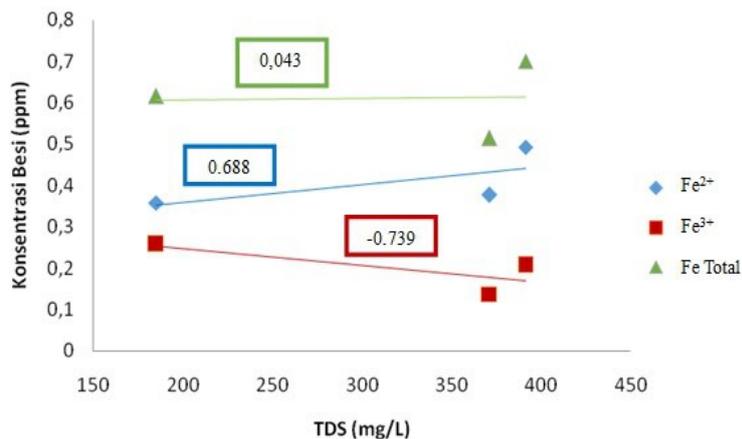
Berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran Konduktivitas, TDS, TSS dan kadar besi dalam air sumur gali di masing-masing lokasi maka bisa dibuat profil lokasi sebagai

Dari grafik 4.1, bisa dilihat nilai konduktivitas, TDS, TSS serta kadar besi di ketiga lokasi semakin meningkat mulai dari Sumber Sari, Puger kemudian Kencong. Peningkatan nilai konduktivitas, TDS dan TSS tersebut seiring dengan bertambahnya konsentrasi Fe²⁺. Berbeda dengan kadar Fe³⁺ yang mengalami penurunan konsentrasi dari daerah Sumber Sari ke daerah Puger kemudian naik lagi di daerah Kencong. Hal ini dikarenakan lokasi sumur di daerah Sumber Sari memiliki kedalaman kurang dari kedalaman sumur di daerah Puger, jika air sumur gali semakin mendekati permukaan maka air sumur gali akan semakin banyak

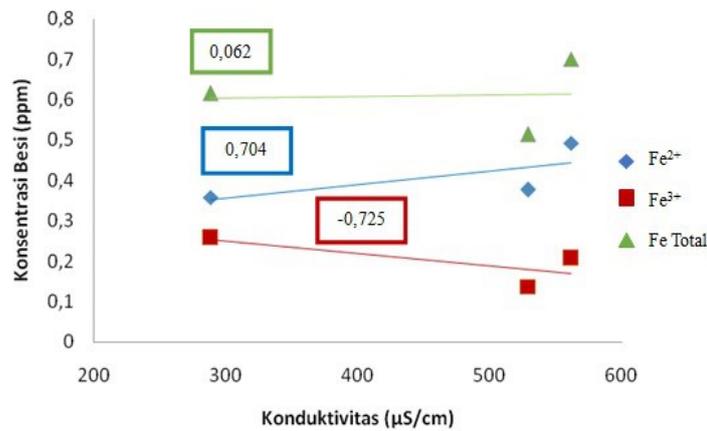
berinteraksi dengan oksigen menyebabkan Fe²⁺ teroksidasi menjadi Fe³⁺. Kemudian di daerah Kencong kedalaman sumur semakin dangkal sehingga Fe²⁺ yang teroksidasi menjadi Fe³⁺ juga semakin banyak sedangkan konsentrasi Fe Total dipengaruhi oleh kadar Fe³⁺ tersebut.

Hubungan Antara Konduktivitas, TDS, dan TSS dengan Kadar Besi Dalam Air Sumur Gali

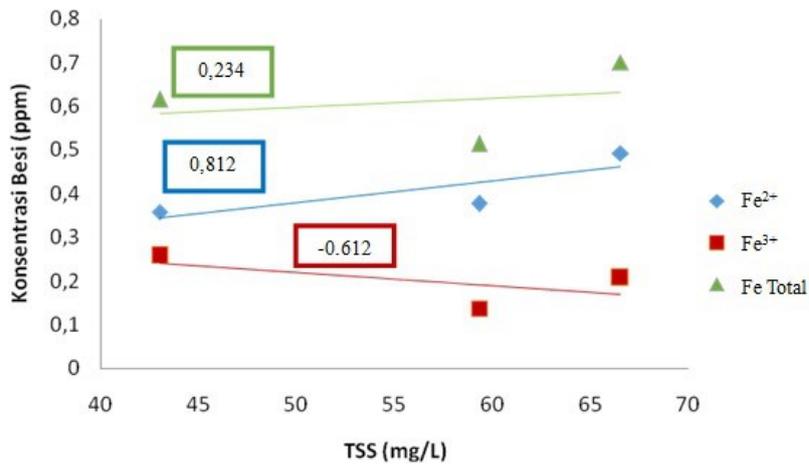
Berdasarkan hasil penentuan masing-masing parameter dan kadar besi dalam air sumur gali maka diperoleh data untuk setiap lokasi seperti tabel 4.6. Berdasarkan data tersebut kemudian dibuat grafik hubungan antara masing-masing parameter dengan kadar besi dan dihitung berapa koefisien korelasi setiap parameter dengan kadar besi menggunakan rumus koefisien korelasi.



Gambar 4.3 Hubungan Antara TDS dengan Konsentrasi Besi



Gambar 4.2 Hubungan Antara Konduktivitas dengan Konsentrasi Besi



Gambar 4.4 Hubungan Antara TSS dengan Fe Total

Tabel 4.6 Data Parameter dengan Kadar Besi

Lokasi	Konduktivitas (µS/cm)	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)	Fe ²⁺ (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Fe Total (ppm)
Sumpersari	288,50	184,90	42,50	0,358	0,257	0,615
Puger	529,20	371,30	59,39	0,377	0,137	0,514
Kencong	561,40	391,30	66,50	0,493	0,207	0,701

Pada gambar 4.2 dan 4.3 bisa dilihat hubungan antara konduktivitas dan TDS dengan Fe²⁺, Fe³⁺ dan Fe Total. Koefisien korelasi konduktivitas dengan Fe²⁺ yaitu $r = 0,704$ dan koefisien korelasi TDS dengan Fe²⁺ adalah $r = 0,688$ artinya terdapat korelasi kuat antara Konduktivitas dan TDS dengan Fe²⁺. Konduktivitas dipengaruhi oleh konsentrasi ion didalam larutan, semakin banyak ion semakin besar nilai konduktivitasnya. Dalam hal ini Fe²⁺ termasuk ion yang terdapat dalam air sumur gali jadi dengan bertambahnya konsentrasi Fe²⁺ maka akan meningkatkan nilai konduktivitasnya. Fe²⁺ juga salah satu padatan yang terlarut dalam air sehingga bisa mempengaruhi nilai TDS.

Koefisien korelasi antara konduktivitas dengan Fe Total yaitu $r = 0,062$ dan koefisien korelasi TDS dengan Fe Total adalah $r = 0,043$ berarti terdapat korelasi sangat lemah antara konduktivitas dan TDS dengan Fe Total. Korelasi yang sangat lemah ini bisa dikarenakan kadar Fe Total yang juga dipengaruhi oleh kadar Fe³⁺ dimana Fe³⁺ merupakan ion yang tidak stabil dalam air sumur gali jadi Fe Total kurang berpengaruh terhadap nilai konduktivitas dan TDS. Hal ini didukung dengan korelasi konduktivitas dan TDS dengan Fe³⁺ pada gambar 4.2 dan 4.3 yaitu hubungan yang berlawanan arah berarti semakin besar nilai konduktivitas, kadar Fe³⁺ semakin kecil. Bisa juga dikarenakan lokasi sumur mulai dari Sumpersari, Puger

dan Kencong semakin banyak mendapatkan oksigen sehingga Fe^{3+} membentuk endapan besi dan mengurangi konsentrasi Fe^{3+} .

Hubungan TSS dengan Fe^{2+} mempunyai nilai korelasi positif seperti pada gambar 4.4 yaitu $r = 0,812$ yang berarti ada korelasi kuat. Nilai TSS yang tinggi memberikan kontribusi untuk kekeruhan (turbidity) dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis sehingga oksigen terlarut berkurang menyebabkan dan membentuk suasana anaerob. Pada kondisi ini, FeCO_3 akan larut dan menjadikan Fe^{2+} meningkat. Nilai TSS meningkat seiring dengan bertambahnya kadar Fe^{2+} bisa dikarenakan padatan lain seperti tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur juga semakin bertambah.

Berdasarkan data yang diperoleh untuk TSS dengan dengan Fe Total $r = 0,234$ yang artinya korelasi lemah karena Fe Total termasuk dalam padatan yang terlarut jadi bisa dianggap tidak berpengaruh dengan nilai TSS. Koefisien korelasi antara TSS dengan Fe^{3+} adalah $r = -0,615$ berarti korelasinya cukup kuat dan berlawanan arah, semakin besar nilai TSS, semakin kecil konsentrasi Fe^{3+} . Hal ini dikarenakan Fe^{3+} yang terlarut dalam air membentuk endapan besi sehingga konsentrasi Fe^{3+} akan berkurang dan menyebabkan padatan yang tersuspensi semakin banyak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa hubungan Konduktivitas, TDS dan TSS dengan Fe^{2+} kuat dan positif yaitu semakin besar nilai konduktivitas, TDS dan TSS maka semakin besar pula konsentrasi Fe^{2+} karena Fe^{2+} termasuk ion yang terlarut dalam air sumur gali. Hubungan Konduktivitas, TDS dengan Fe Total sangat lemah dan positif karena konsentrasi Fe total juga dipengaruhi oleh konsentrasi Fe^{3+} dimana konsentrasi Fe^{3+} di lokasi kedua menurun namun mengalami peningkatan konsentrasi di lokasi ketiga. Hubungan TSS dengan Fe Total lemah dan positif berarti semakin besar nilai TSS, semakin besar konsentrasi Fe Total. Karena Fe Total juga dipengaruhi oleh konsentrasi Fe^{3+} .

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- [2]Rompas, R.M. 1998. *Kimia Lingkungan*. Bandung : Tarsito.
- [3]Tebbutt, T.H.Y. 1992. *Organic Geochemistry of Natural Waters*. Mrtinus Nijhoff/Dr.W.Junk. Publ, Dordrecht, The Netherlands.
- [4]Riduwan. 2003. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.