

# KARAKTERISTIK AIR SUMUR DANGKAL DI WILAYAH KARTASURA DAN UPAYA PENJERNIHANNYA

*Tuti Rahayu*

Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Abstrak:** Manusia memerlukan air secara kuantitatif dan kualitatif yang memenuhi syarat. Akibat pesatnya kemajuan ekonomi di Kecamatan Kartasura mengakibatkan perumahan menjadi berdekatan sehingga sumber air bersih mengalami perubahan kualitas. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui: karakteristik air sumur, memperbaiki kualitas air secara kimia yang meliputi kadar logam dan efektivitas penggunaan arang pada upaya penjernihan air sumur dangkal di wilayah Kartasura. Penelitian ini dilakukan Juni sampai Desember 2003 dengan populasi adalah seluruh air sumur gali yang ada di Kartasura, Sukoharjo. Sampel berjumlah 5 dengan sampling menggunakan *Stratified random sampling*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Observasi dan Eksperimen di laboratorium untuk data tentang kualitas air dan penjernihannya. Rancangan percobaan RAL 1 faktor yaitu jumlah penggunaan 10 kali. Analisis data menggunakan diskriptif kuantitatif dan uji Anava satu jalur (*one way Anova*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa a. kualitas air sumur secara fisik hasilnya baik, tetapi kualitas kimia unsur Mangan (Mn) dan Besi (Fe) melebihi ambang batas. b. Penggunaan arang tempurung kelapa dapat memperbaiki kualitas air sumur secara kimia. c. Penggunaan arang tempurung kelapa menurunkan kadar mangan dan besi paling efektif adalah perlakuan selama 30 menit pertama

Kata Kunci : Karakteristik air sumur, upaya penjernihan

## PENDAHULUAN

Manusia membutuhkan air dalam semua aspek kehidupan, untuk memasak, mandi, mencuci dan kebutuhan lainnya. Guyton (1987) Secara biologis air berperan dalam semua proses dalam tubuh manusia, misalnya pencernaan, metabolisme, transportasi, mengatur keseimbangan suhu tubuh. Kekurangan air akan menyebabkan gangguan fisiologis, bahkan mengakibatkan kematian apabila kekurangan tersebut mencapai 15% dari berat tubuh. Namun apabila air itu tidak jernih misalnya tercemar bahan organik, air akan merupakan media yang baik bagi kuman penyakit. Pada air tercemar bahan anorganik (*khemis*) akan menyebabkan gangguan fisiologis secara menahun bahkan ada yang bersifat toksis.

Dengan demikian air yang diperlukan manusia harus memenuhi secara kuantitatif

dan kualitatif. Dari aspek kuantitatif, jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan minum perorang rata-rata sebanyak 2,5 liter/hari, sedangkan secara keseluruhan kebutuhan suatu rumah tangga untuk masyarakat Indonesia diperkirakan sebesar 60 liter/hari. Dari segi kualitas, air minum dan air bersih harus memenuhi syarat kesehatan baik secara fisik, kimia, mikrobiologis maupun radioaktif sesuai peraturan pemerintah melalui Dinas Kesehatan maupun lingkungan. Menurut Sanropie, dkk. (1984) air bersih harus bebas dari mikroorganisme patogen, bahan kimia berbahaya, warna, bau dan kekeruhan.

Air tanah pada umumnya tergolong bersih dilihat dari segi mikrobiologis, namun kadar kimia air tanah tergantung dari formasi litosfir yang dilaluinya atau mungkin adanya pencemaran dari lingkungan sekitar (Said ,

1999). Dalam aliran air tanah, mineral-mineral dapat larut dan terbawa sehingga mengubah kualitas air tersebut. Air tanah sering mengandung unsur-unsur yang cukup tinggi menyebabkan air berwarna kuning kecoklatan dan bercak-bercak pada pakaian serta dapat mengganggu kesehatan, yaitu bersifat toksis terhadap organ melalui gangguan secara fisiologisnya, misalnya kerusakan hati, ginjal dan syaraf. Jika kita mengkonsumsi air minum secara terus menerus dengan kandungan Mangan, besi, magnesium, kalsium dalam jumlah melebihi baku mutu air maka dimungkinkan adanya akumulasi logam tersebut dalam tubuh. Oleh karena itu untuk menghindari akibat-akibat buruk yang tidak diinginkan tersebut perlu dicari suatu teknik pengolahan air untuk menurunkan kadar Besi, Mangan dan logam berat lainnya dalam air sampai kadarnya di bawah ambang batas yang diperbolehkan.

Kecamatan Kartasura merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Sukoharjo yang terhitung sangat pesat perkembangannya. Hal ini dipacu dengan lokasi kecamatan tersebut yang merupakan pintu masuk ke Kota Surakarta dari arah Kota Yogyakarta dan Kota Semarang. Berkaitan dengan hal ini perkembangan ini menjadikan Kota Kecil, perkembangan kearah bidang pendidikan dengan adanya perguruan tinggi swasta, Akademi, Sekolah Tinggi dan Lembaga Pendidikan Informal. Bidang sosial ekonomi dengan bermunculannya pertokoan, perseroan, Usaha Dagang bahkan sektor ekonomi informal lainnya. Dari hal inilah maka perkembangan penduduk tidak dapat terelakan. Sebagian dari masyarakat menggunakan air sumur untuk memenuhi kebutuhan air baik untuk keperluan rumah tangga maupun untuk kebutuhan air minum.

Berdasarkan informasi dari PDAM kota Surakarta ternyata sumur-sumur di Surakarta mengandung kadar unsur logam yang melebihi ambang batas misalnya Mendungan (Mangan sebesar 0,82 mg/l),

Makamhaji (kadar Mangan 0,62 mg/L), di Kartasura (kadar Besi 0,54mg/L), Makamhaji kesadahan mencapai 600Mg/L. Sedangkan berdasarkan standar dari Permenkes No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum disebutkan bahwa kadar maksimal Mangan dalam air minum adalah sebesar 0,1 mg/l sedang dalam air bersih maksimal 0,5 mg/l. Kadar Besi air bersih 1,0 mg/l dan air minum 0,1 mg/l sedangkan kesadahan air bersih dan air minum 500 mg/l. Dengan demikian dapat dimungkinkan kandungan beberapa logam dalam air sumur di Kecamatan Kartasura melebihi ambang batas.

Masyarakat pada umumnya tidak mengetahui akan hal ini, terlihat sebagian besar mereka menggunakan air sumur untuk mencukupi kebutuhan air rumah tangga tanpa ada perlakuan khusus. Hal ini dimungkinkan akibat persepsi masyarakat terhadap air bersih masih kurang karena keterbatasan pengetahuannya. Dengan demikian, perlu adanya suatu kajian tentang karakteristik air sumur gali di wilayah itu dan suatu perlakuan upaya penjernihan untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Untuk mengupayakan penjernihan air yang berasal dari sumur biasanya hanya memerlukan bahan penyaringan sebagai absorber unsur logam sehingga dapat sekaligus menghilangkan warna, bau dan dimungkinkan kadar logam juga turun.

Menurut Kusnaedi (1998), arang sering digunakan sebagai absorber karena dapat melakukan absorpsi / penyerapan unsur-unsur logam ataupun fenol dalam air sehingga menjadi jernih. Absorpsi yang sering digunakan adalah arang aktif yang dalam pengolahan air biasanya dipakai dalam saluran berfilter arang aktif. Arang kayu, arang batubara juga mempunyai sifat absorben seperti halnya pada arang aktif. Menurut Kholik (2001), arang batu bara dapat dimanfaatkan sebagai media penyaring air yang dapat menurunkan kadar Besi dan menurut Ambarwati (2002), mendapatkan

optimasi dalam pengaliran secara langsung sepanjang 100 cm arang batubara dengan ukuran dari 1 mm<sup>2</sup>, 3 mm<sup>2</sup> dan 5 mm<sup>2</sup> dapat menurunkan kadar Mn lebih dari 50 %. Padahal Arang batubara sebagai limbah dari pengecoran logam selama ini belum dimanfaatkan. Masyarakat pada umumnya juga memandang arang kayu maupun arang batok kelapa merupakan bahan bakar saja, artinya belum dimanfaatkan untuk penjernihan air. Dengan demikian hal ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pengolahan air minum dan sangat menarik untuk dikembangkan dalam penelitian guna menurunkan unsur-unsur logam dan mikrobia dalam air. Supaya mengoptimalkan sifat absorbennya maka besarnya arang dibuat beragam, misalnya ukuran kurang dari 1 mm<sup>2</sup>, 3 mm<sup>2</sup> dan 5 mm<sup>2</sup>.

Tujuan dalam penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui karakteristik air sumur dangkal di wilayah Kartasura secara fisik dan kimia, (2) untuk memperbaiki kualitas air yang meliputi penurunan kadar logam dalam air sumur di wilayah Kartasura, dan (3) untuk mengetahui efektifitas penggunaan arang dalam penurunan kadar logam air sumur.

## **METODE PENELITIAN**

### **Populasi, Sampel dan Sampling**

Populasi: Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh air sumur gali yang ada di Kartasura, Sukoharjo, Surakarta meliputi 7 kalurahan yaitu Kal. Makamhaji, Mendungan, Gonilan, Kartasura, Gembongan. Kartapuran. dan Pabelan. Sampel: Sampel dalam penelitian ini adalah air dari sumur Makam haji dan Mendungan, Kartasura dan Pabelan. Sampling yang digunakan adalah *strati fied random sampling* untuk teknik penentuan sampel sumur penduduk.

### **Variabel Penelitian**

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu jumlah penggunaan sedangkan Variabel terikat yaitu penurunan kadar Mangan (Mn) dan besi (Fe).

## **Langkah –langkah Penelitian**

### **a. Pengambilan Contoh Air**

Menyiapkan alat sampling berupa jerigen dengan pemberat, Membilas jerigen dengan sampel sebanyak 3 kali, Mengambil sampel pada kedalaman kurang lebih 20 cm dari permukaan air, Menutup jerigen, Membawa sampel ke laboratorium untuk pemeriksaan kadar logamnya dan ke laboratorium mikrobiologi Biologi UMS dan Lab. PDAM.

### **b. Pembuatan Arang**

Membuat arang kayu ataupun membeli jadi, menumbuk arang batu bara sampai halus, Menyaring tumbukan arang dengan ukuran 1 mm<sup>2</sup>, 3 mm<sup>2</sup> dan 5 mm<sup>2</sup>, Mencuci arang dengan aquades, kemudian dikeringkan dan siap digunakan.

### **c. Pengukuran Kadar Logam dengan Spektrofotometer DR/2000**

Hidupkan *power*, Tekan 295 READ/ENTER (di layar akan muncul DIAL nm TO 525), Putar panjang gelombang pada 525 nm, ENTER. Isi salah satu kuvet dengan sampel sebanyak 25 ml, Tambahkan satu bungkus *Buffer Powder Pillow Citrate* dan homogenkan, Setelah homogen tambahkan satu bungkus *Sodium Periodate Powder Pillow* dan homogenkan kembali, Tekan SHIFT TIMER. Saat terdengar bunyi, di layar akan muncul mg/l Mn H, Isi kuvet yang lain dengan sampel sebanyak 25 ml (sebagai blangko), Letakkan blangko pada holder sel dan tutup, Tekan ZERO. Letakkan kuvet lain (bukan blangko) pada holder sel dan tutup, Tekan READ/ENTER.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Observasi, Studi Pustaka dan Eksperimen

### **Rancangan Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap

dengan 1 faktor yaitu jumlah penggunaan( J) yaitu 10 kali, pengulangan 3 kali, dengan rancangan sebagai berikut :

Tabel 1. Rancangan Percobaan

Ulangan	Jumlah Penggunaan									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
U1										
U2										
U3										
JML										

Keterangan :

P1 adalah lama penggunaan 0 jam , dan seterusnya.  
P2 adalah lama penggunaan 0,5 jam,  
P3 adalah lama penggunaan 1 jam,  
P4 adalah lama penggunaan 1,5 jam,  
Tabel ini digunakan untuk kadar logam Fe dan Mn.

### Teknik Analisis Data

Analisis data diskriptif kuantitatif untuk tujuan penelitian 1 dan dengan uji Anava satu

jalur (*one way Anova*) dengan taraf signifikan 95%, untuk tujuan penelitian 2 dan 3.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### 1. Karakteristik Air Sumur

Untuk mengetahui karakteristik air sumur gali yang ada di wilayah Kartasura, maka diambil sampel sebanyak 5 lokasi yang ditentukan secara acak. Sebelumnya dipilih lokasi yang relatif padat penduduk dan tidak padat. Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Dari tabel 2. menunjukkan bahwa kualitas air sumur secara fisik hasilnya baik, tetapi kualitas kimia unsur Mangan (Mn) dan Besi (Fe) melebihi ambang batas.

#### 2. Upaya Penjernihan Air Sumur

Berdasarkan Tabel 4.1, karakteristik kualitas fisik dan kemis air sumur di Wilayah Kartasura tersebut menunjukkan bahwa unsur

Tabel 2. Karakteristik Fisik dan Kimia Air Sumur Gali Di Kartasura

No	Parameter	Satuan	Batas Syarat Air Minum	Hasil Analisa					Keterangan
				A	B	C	D	E	
I. FISIKA									
1	Bau		tak berbau	tak berbau	tak berbau	tak berbau	tak berbau	tak berbau	
2	Rasa		tak berasa						
3	Suhu	°C	± 3 °C	27	27	27	27	27	
4	Kekeruhan	Unit	5	0	0	0	0	0	
5	Warna	Unit	15	-	-	-	-	-	
II. KIMIA									
6	pH		6,5 – 8,5	6,6	6,6	7,4	6,7	6,7	
7	Daya hantar listrik	µS/cm		515	520	470	540	373	
8	CO <sub>2</sub> bebas	mg/l		65,82	61,71	16,46	45,25	45,25	Sbg CO <sub>2</sub>
	CO <sub>2</sub> agresif	mg/l		44,82	42,71	6,96	10,25	20,25	Sbg CO <sub>2</sub>
9	Alkalinitas								
	a. Phenolptalein	mg/l		0	0	0	0	0	
	b. Total	mg/l		137,17	141,84	193,27	280,11	225,76	sbg CaCO <sub>3</sub>
	c. Hidroksida	mg/l		0	0	0	0	0	sbg CaCO <sub>3</sub>
	d. Karbonat	mg/l		0	0	0	0	0	sbg CaCO <sub>3</sub>
	e. Bikarbonat	mg/l		137,17	141,84	193,27	280,11	225,76	sbg CaCO <sub>3</sub>
10	Kesadahan	mg/l	500	233,64	244,86	222,43	222,43	149,53	sbg CaCO <sub>3</sub>
11	Kalsium	mg/l		50,09	55,33	44,86	42,62	32,90	sebagai Ca
12	Magnesium	mg/l		26,34	25,89	26,80	28,16	16,35	sbg Mg
13	Besi	mg/l	0,3	1,42	0,22	0,65	0,06	0,08	sbg Fe
14	Mangan	mg/l	0,1	1,02	1,05	0	0,5	0,48	sbg Mn
15	Ammonium	mg/l		0,15	0,15	0	0	0	sbg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
16	Nitrit	mg/l	3	0	0,012	0,011	0,003	0,001	sbg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
17	Zat Organik	mg/l	10	0,91	3,34	1,82	0,91	2,13	sbg KMNO <sub>4</sub>
18	Klorida	mg/l	250	40	50,48	40	44,76	16,19	sbg Cl <sup>-</sup>
19	Sulfat	mg/l	250	16,49	18,6	15,17	17,41	14,51	sbg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>

Keterangan: A: Kuyudan RT 3/V, Makamhaji. B: Kuyudan RT 3/V, Makamhaji, Kartasura, C: Sidomulyo, Mendungan, D : Widororejo, Mendungan. E : Gumpang, Kartasura

yang melebihi ambang batas adalah Mangan dan besi. Air sumur sampel dengan kadar Mangan dan Besi yang melebihi ambang batas terdapat di Daerah Widorejo dan Kuyudan. Oleh sebab itu upaya penjernihanpun dikususkan pada penurunan kadar Mangan dan besi.

Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Filter dilakukan dengan 10 kali waktu penggunaan dengan ulangan 3 kali pada penurunan kadar besi (Fe) pada Air Sumur di wilayah Kartasura diperoleh data yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Kadar Besi(mg/L) pada Air Kontrol dan Setelah Perlakuan arang batok kelapa

U	Kontrol	Sesudah Perlakuan (mg/l)									
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>
1.	0,49	0,04	0,08	0,08	0,09	0,09	0,12	0,12	0,14	0,16	0,21
2.	0,37	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,1	0,11	0,12	0,16
3.	0,44	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08	0,1	0,1	0,1	0,21
$\bar{X}$	0,43	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,09	0,11	0,12	0,13	0,20

Dari Tabel 3 tersebut kemudian dilanjutkan dengan perhitungan penurunan kadar Besi pada air sumur untuk mengetahui

tingkat penurunan kadar Besi dan prosentase dari penurunannya (Tabel 4).

Tabel 4. Perhitungan Penurunan Kadar Besi dalam mg/l dan rerata prosentase

Ulangan	Jumlah Penggunaan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	0,45	0,41	0,41	0,40	0,40	0,37	0,37	0,35	0,33	0,28
2.	0,35	0,35	0,34	0,33	0,32	0,30	0,27	0,26	0,25	0,21
3.	0,39	0,39	0,36	0,36	0,36	0,36	0,34	0,34	0,34	0,23
$\bar{X}$	0,40	0,38	0,37	0,36	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0,24
%	91,698	88,97	85,796	84,22	84,2	79,5	75,3	73	70,766	55,4

Penelitian ini dilaksanakan di luar ruangan, maka terdapat faktor-faktor luar yang mempengaruhi daya serap arang tempurung kelapa. Hasil pengukuran kondisi lingkungan meliputi : suhu air 26,5-31°C , pH air 7,5 suhu

udara 24,33-33 °C dan kelembaban udara 58 %- 82 %. Hasil pemeriksaan terhadap kadar mangan (Mn) pada air sumur gali wilayah Kartasura, didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Kadar Mangan pada Kontrol dan Setelah Perlakuan arang batok kelapa

U	Kontrol	Sesudah Perlakuan (mg/l)									
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>
1.	1,16	0,36	0,61	0,74	0,81	0,85	0,88	0,89	0,89	0,92	0,95
2.	1,14	0,25	0,36	0,49	0,67	0,95	0,95	0,95	1,01	1,01	1,02
3.	1,19	0,87	0,88	0,88	0,90	0,95	0,95	1,01	1,03	1,07	1,07
$\bar{X}$	1,16	0,49	0,61	0,70	0,79	0,92	0,93	0,95	0,98	1,00	1,01

Untuk mengetahui adanya penurunan kadar Kadar Mangan dalam mg/l maka diperlu-

kan perhitungan selisih antara kadar Mangan perlakuan dikurangi kadar Mangan air kontrol.

Tabel 6. Perhitungan Penurunan Kadar Mangan dalam mg/l Hubungannya dengan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa

Ulangan	Jumlah Penggunaan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	0,80	0,55	0,42	0,35	0,31	0,28	0,27	0,27	0,24	0,21
2.	0,89	0,78	0,65	0,47	0,19	0,19	0,19	0,13	0,13	0,12
3.	0,32	0,31	0,31	0,29	0,24	0,24	0,18	0,16	0,12	0,12
$\bar{X}$	0,67	0,55	0,46	0,37	0,25	0,24	0,21	0,19	0,16	0,15
%	57,98	47,29	39,76	31,92	21,19	20,33	18,39	16,04	14,066	12,90

## B. Pembahasan

Dalam Tabel 2 menunjukkan bahwa kualitas air sumur gali di wilayah Kartasura secara fisik baik, terlihat jernih walaupun sebenarnya sebagian dari sumur didapati berbau amis. Hal ini dimungkinkan dari kualitas air sumur secara kemis yang tidak baik, terlihat dari sampel air sumur di Daerah Kuyudan dan Widororejo mengandung kadar logam Besi dan Mangan yang melebihi ambang batas. Kandungan logam di dalam air tersebut akan mengakibatkan gangguan fisik dan kemis bagi alat-alat rumah tangga dan secara biologis air tersebut lambat laun akan mengganggu fisiologis tubuh manusia. Kadar Besi pada air sumur gali Kuyudan, Makamhaji dan Mendungan didapatkan di atas ambang batas air minum. Jika kita perhatikan ada selisih kadar Besi pada saat pelaksanaan percobaan/perlakuan. Perbedaan ini dimungkinkan karena adanya perbedaan waktu pengambilan sampel. Darmono (1995), kandungan logam dalam air dapat berubah - ubah dan sangat tergantung pada lingkungan dan iklim. Pada musim hujan, kandungan logam akan lebih kecil karena proses pelarutan, sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi.

Penyebab terjadinya pencemaran air sumur ada 2, yaitu berasal dari air permukaan dan berasal dari dalam tanah. Air hujan yang

mengandung mikroorganisme jatuh ditanah kadang membuat genangan dipermukaan tanah, diperparah lagi dengan adanya muatan sampah sehingga menjadikan air tersebut sangat kotor. Air genangan ini lambat laun akan terserap ke dalam tanah sehingga membuat pencemaran dalam sumber air.

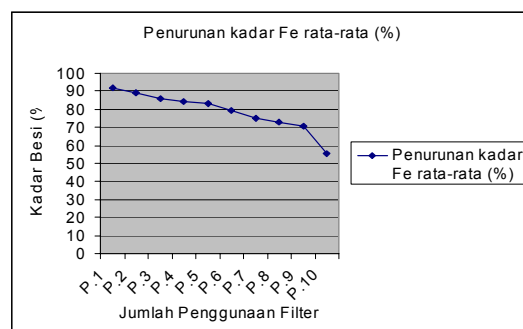
Oleh sebab itu, air tersebut perlu diberi perlakuan dahulu sebelum digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup kita terutama kebutuhan makan dan minum. Dalam penelitian ini mencoba memberi perlakuan air sumur tersebut dengan melewatkannya di dalam bejana yang berisi arang tempurung kelapa. Dalam penelitian ini kecepatan penyaringannya termasuk dalam filtrasi lambat yaitu dengan kecepatan 0,8 liter/menit/ ft<sup>2</sup>) karena dalam 15 menit dihasilkan 12 liter air. Sistem aliran yang digunakan adalah sistem aliran gravitasi (*gravitasi filtration*) yaitu aliran dari atas ke bawah. Penelitian ini digunakan tipe *three medium* yaitu dengan memvariasikan ukuran arang tempurung kelapa, yaitu halus (saringan 1 mm<sup>2</sup>), sedang (saringan 3 mm<sup>2</sup>) dan kasar (saringan 5 mm<sup>2</sup>), dengan susunan arang dari atas ke bawah : sedang, halus, dan kasar (Kusnaedi , 1998).

Arang tempurung kelapa sebagai absorber memiliki titik kejenuhan yaitu saat permukaan arang telah mengabsorpsi bahan terlarut dalam air. Oleh sebab itu untuk

mengetahui seberapa lama pemakaian arang mampu digunakan sebagai absorber, penelitian ini menggunakan perlakuan jumlah penggunaan arang. Dalam penelitian ini jarak waktu penggunaan satu dengan penggunaan berikutnya adalah 0,5 jam. Berdasarkan hasil uji statistik dengan menggunakan uji anova satu jalur yaitu untuk mencari pengaruh penggunaan arang tempurung kelapa sebagai filter terhadap kadar besi. Didapatkan  $F_{hitung} = 134,765$ , sedangkan  $F_{tabel}$  pada signifikansi 5% diperoleh angka 2,30. Oleh karena  $F_{hitung} = 134,765 > F_{tabel} = 2,30$  atau  $F_{hitung}$  terletak pada daerah ditolak atau  $H_0$  ditolak yang artinya penurunan kadar Besi pada kesepuluh perlakuan berbeda nyata, sehingga dapat dikatakan ada pengaruh jumlah penggunaan arang tempurung kelapa sebagai filter terhadap penurunan kadar Besi pada air. Dengan demikian arang tempurung kelapa dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk pengolahan air sumur gali, khususnya dalam menurunkan kadar Besi dan kekeruhan (Indriyati, 2000). Setyamidjaja (1993), arang tempurung memiliki kapasitas yang tinggi dalam mengabsorpsi gas dan zat-zat warna. Selain bersifat ekonomis, arang tempurung merupakan sisa buangan atau limbah industri maupun rumah tangga, sehingga dapat memanfaatkan limbah sebagai media untuk pengolahan air bersih.

Arang tempurung kelapa ini yang berperan sebagai absorben akan menyerap logam-logam berat dengan penyerapan ion-ion bebas yang ada pada air, termasuk Besi. Sartamtomo (1997), karbon aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta mempunyai kemampuan daya serap (adsorpsi) yang baik. Karbon aktif digunakan sebagai bahan pemucat (penghilang zat warna), penyerap gas, penyerap logam, dsb. Dari bahan tersebut yang paling sering dipergunakan sebagai bahan adsorbent adalah *activated karbon* atau lebih dikenal sebagai arang batok kelapa/tempurung kelapa.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat diketahui tingkat penurunan kadar Besi (Fe) yang paling tinggi sekaligus paling efektif, yaitu pada penggunaan pertama (Tabel 3 dan Gambar 1.).



Gambar 1. Grafik Penurunan Kadar Besi Rata-Rata (%) pada Air Sumur

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan, semakin sering digunakan semakin banyak unsur Besi yang terserap sehingga proses penyerapan selanjutnya menurun. Dengan demikian semakin banyak digunakan, semakin sedikit penurunan kadar besinya. Jadi apabila semakin tebal arang tempurung kelapa dan semakin sedikit penggunaan filter dengan media arang tempurung kelapa maka akan semakin efektif (Indriyati, 2000). Sehingga kadar Besi air dari penggunaan pertama sampai kesepuluh semakin naik (Gambar 4.3).

Gambar 2. Grafik Kadar Besi Air Sumur Hubungannya dengan Jumlah Penggunaan Arang Tempurung Kelapa

Penurunan yang efektif atau yang tertinggi didapatkan pada penggunaan pertama yaitu sebesar 0,40 mg/l (91,69%) (Gambar 1

dan 2), hal ini disebabkan karena arang tempurung kelapa sebagai filter baru pertama kali digunakan, jadi arang tempurung kelapa belum bekerja atau belum mengikat unsur-unsur kimia yang terdapat dalam air tersebut. Pada pemeriksaan ini tidak didapatkan hasil penurunan sampai 100% tetapi mendekati yaitu 91,69%.

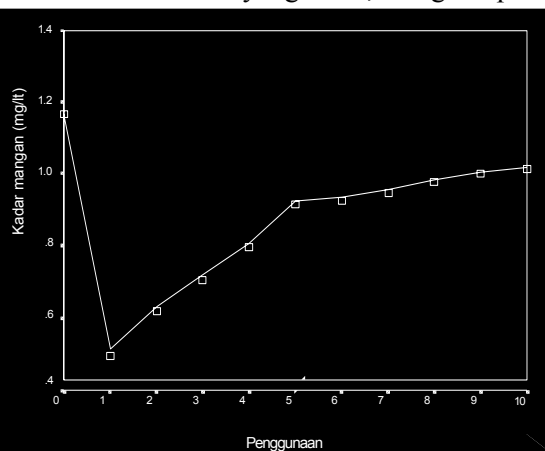
Penggunaan ke-10 belum dapat dikatakan bahwa arang tempurung kelapa sudah mencapai titik kejenuhan, karena penggunaan ke-10 masih menunjukkan penurunan. Jika dibandingkan dengan standar air minum, maka sampai pada penggunaan ke-10 masih memenuhi standar air minum, karena standar Besi untuk standar air minum adalah 0,3 mg/l.

Berdasarkan hasil pemeriksaan suhu air, pada beberapa penggunaan dapat diketahui bahwa arang tempurung kelapa mempengaruhi suhu air. Hal ini dipengaruhi oleh faktor luar, yaitu intensitas cahaya matahari. Didalam suhu air yang sama, arang tempurung kelapa dapat

beda. Walaupun standar Besi tetap dapat diketahui disebabkan karena arang tempurung kelapa yang bersifat. Dari hasil diketahui bahwa awal, karena air antara 26-30°C. air, baik kontrol yaitu 7,5. Dari hasil ini juga dapat diketahui bahwa pH air tergolong bersifat basa, tetapi masih memenuhi standar, yaitu diantara 6,5-8,5.

Sedangkan kandungan Mangan pada air sumur Makamhaji adalah 1,16 mg/l, sedangkan Berdasarkan Permenkes No. 416/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Air Minum dan Air Bersih disebutkan bahwa kadar maksimum Mn dalam air minum sebesar 0,1 mg/l dan air bersih sebesar 0,5 mg/l. Dengan demikian air sumur

sampel tidak memenuhi syarat sebagai air minum maupun air bersih. Tingginya kadar mangan pada air sumur dimungkinkan karena adanya gas-gas yang biasa terlarut dalam air yang dapat menyebabkan korosif, yaitu O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O (Sanropie, 1984). Konsentrasi mangan yang lebih dari 0,5 mg/l akan berpengaruh kurang baik terhadap kesehatan dan lingkungan. Menurut Sanropie (1984) mangan bersifat toksis terhadap alat pernapasan dan dapat menyebabkan bau dan pada minuman, bila konsentrasinya lebih dari 0,5 mg/l akan menimbulkan noda-noda kecoklatan pada pakaian. Sutrisno dan Suciastuti (1991) konsentrasi mangan yang lebih besar dari 0,5 mg/l akan menyebabkan rasa aneh pada minuman dan dapat menyebabkan kerusakan pada hati.

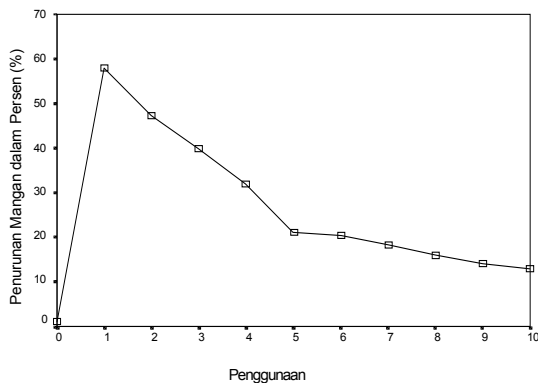


Gambar 3. Grafik Hubungan Jumlah Penggunaan Arang Tempurung Kelapa sebagai Filter dengan Kadar mangan Air Sumur.

Penelitian ini sebagai salah satu upaya pengolahan air secara fisika untuk mengurangi kadar mangan dalam air sumur dengan menggunakan arang tempurung kelapa.

Dengan variabel jumlah penggunaan diharapkan dapat diketahui pengaruh jumlah penggunaan filter terhadap penurunan kadar mangan, selain itu diharapkan juga dapat diketahui tingkat kejenuhan arang tempurung kelapa untuk menurunkan kadar mangan. Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar mangan

air sumur pada kontrol didapatkan hasil kadar mangan rata-rata sebesar 1,16 mg/lit. Untuk hasil selengkapnya pemeriksaan kadar mangan dilihat pada Tabel 4. dan pada Gambar 3.



Gambar 4. Grafik Penurunan Kadar mangan (%) dalam Air Sumur pada Perlakuan Jumlah Penggunaan Arang Tempurung Kelapa sebagai Filter

Air yang telah diberi perlakuan dengan jumlah penggunaan yang berbeda tersebut dapat diketahui bahwa penurunan yang paling efektif terjadi pada penggunaan pertama dengan penurunan sebesar 0,67 mg/lit (59,98%) (Gambar 4) dengan kadar mangan sebesar 0,49 mg/lit. Kandungan mangan sebesar 0,4 mg/lit dapat digunakan sebagai air bersih, tetapi belum dapat dipergunakan sebagai air minum. Agar dapat digunakan sebagai air minum, air sumur gali tersebut perlu diberi perlakuan dengan menambah ketebalan arang tempurung kelapa atau menambah waktu kontak atau dengan cara memperkecil ukuran arang tempurung kelapa, sehingga proses adsorpsinya lebih baik atau optimal. Ambarwati (2002), makin tebal arang makin besar kadar penurunan mangan dan makin lama waktu kontak makin besar juga penurunan kadar mangannya. Sedangkan Sukardjo (1984) semakin luas permukaan adsorben maka daya serap adsorben semakin besar.

Berdasarkan uji Anova (*Analysis of Varians*) dengan taraf signifikansi 5% diperoleh probabilitas < 0,05, maka  $H_0$  ditolak

atau kadar mangan rata-rata dari ke sepuluh jumlah penggunaan tersebut berbeda nyata. Karena kadar mangan rata-rata dari ke sebelas jumlah penggunaan tersebut berbeda nyata, maka dapat dinyatakan bahwa jumlah penggunaan arang tempurung kelapa sebagai filter berpengaruh terhadap penurunan kadar mangan dalam air sumur.

Selain keberadaan Mangan dalam air sumur tersebut, air didapati berwarna agak kebiruan-biruan dengan bau yang agak menyengat. Sanropie (1984), tanda-tanda adanya mangan dalam air yaitu jika air berwarna ungu atau hitam kebiruan. Setelah perlakuan dengan arang tempurung kelapa, warna air sumur tersebut berubah menjadi jernih. Hal ini disebabkan karena adsorben mempunyai kemampuan untuk mengurangi warna (Suranto, 1999). Bau tersebut dimungkinkan karena adanya mikroorganisme, bahan mineral, gas terlarut dan bahan-bahan organik (Suripin, 2002). Pada perlakuan penggunaan pertama sampai penggunaan ke delapan air sudah tidak berbau. Sedangkan pada penggunaan sembilan sampai penggunaan ke sepuluh air tersebut agak berbau. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa arang tersebut dapat mengurangi bau pada air (Alfiah, 2002), yang pada penelitian ini arang tempurung kelapa dapat menghilangkan bau mulai penggunaan pertama sampai ke delapan. Setelah arang tempurung kelapa telah mengalami agak kejenuhan, air hasil penjernihannya menjadi mulai berbau kembali.

Penggunaan pertama merupakan penggunaan yang paling efektif dalam menurunkan kadar mangan maupun kadar besi. Hal ini dapat dipahami karena pada penggunaan pertama arang tempurung kelapa belum pernah digunakan sebelumnya sehingga dimungkinkan kemampuan untuk menyerap logam masih optimal. Selain itu, pada penggunaan pertama arang tempurung kelapa digunakan untuk mengadsorpsi logam. Semakin lama adsorben digunakan maka volume air yang telah

melewati filter semakin banyak, sehingga dimungkinkan kadar logam yang telah terserap oleh arang tersebut juga sudah banyak, oleh karena itu kemampuan absorpsi terhadap logam menurun. Namun demikian sampai pemeriksaan pada kesepuluh kali penggunaan belum dapat disimpulkan arang tempurung kelapa sudah mencapai titik kejenuhan karena pada kesepuluh kali penggunaan kadar logam baik Mn dan Fe hasilnya lebih rendah dibandingkan kontrol.

Arang tempurung kelapa mengandung karbon yang kemudian berperan sebagai adsorben yang akan menyerap logam-logam berat dengan penyerapan ion-ion bebas yang ada di air termasuk mangan dan besi. Proses kerja penyerapan (absorpsi) yaitu penyerapan ion-ion bebas di dalam air yang dilakukan oleh adsorben (Kusnaedi, 1998). Suhardiyono (1995), arang tempurung kelapa mengandung kadar air, bahan mudah menguap, kadar abu dan karbon. Kandungan karbonnya lebih tinggi dibanding dengan kandungan lainnya. Petrucci (1987), mengatakan karbon dapat diperoleh dalam berbagai bentuk yang dikenal dengan nama karbon amorf. Bila batu bara, kayu atau bahan organik lainnya dipanaskan tanpa udara berbagai zat yang menguap mudah dikeluarkan meninggalkan residu dengan karbon yang tinggi. Karena tingginya luas permukaan terhadap volume maka karbon aktif, menunjukkan sifat yang kuat terutama kemampuan untuk mengabsorpsi. Menurut Austin (1996) adsorpsi merupakan fenomena fisika yang sangat tergantung pada luas

permukaan dan volume pori. Struktur pori itu menyebabkan ukuran molekul yang diabsorpsi itu terbatas, sedangkan bila ukuran partikelnya tidak menjadi masalah kuantitas bahan yang diserap dibatasi oleh luas permukaan adsorben.

## **KESIMPULAN**

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Air sumur dangkal di wilayah Kartasura mempunyai kualitas secara fisik baik, secara kimia tidak baik (kadar Mangan dan Besi melebihi ambang batas).
2. Penggunaan arang batok kelapa dalam penurunan Mangan dan Besi air sumur yang paling efektif adalah penggunaan pertama (30 Menit), tetapi sampai penggunaan kesepuluh belum jenuh.

## **SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini maka disarankan:

1. Bagi para calon peneliti, diharapkan mencoba penggunaan arang tempurung kelapa dalam penurunan kadar logam di air yang berbeda dan dengan perlakuan kontak yang lebih lama. Juga dengan mengupayakan kualitas air secara fisik dan kimia menggunakan macam arang yang lain.
2. Bagi masyarakat umum dan khususnya masyarakat Kartasura dapat mengupayakan kualitas air secara fisik dan kimia dengan menggunakan filter yang berasal dari arang tempurung kelapa.

## DAFTAR RUJUKAN

- Afriyanti Nanik. 2001. *Pengaruh Pengolahan Air Dengan Sistem Aerasi Bertingkat dan Filter Zeolit Terhadap Kadar Besi dan Mangan di Sumur Gali Desa Poncosari, Sondakan, Bantul*. Skripsi. Tidak Diterbitkan.
- Ambarwati. 2002. *Pengaruh Ketebalan Arang Batu Bara dan Lama Kontak Terhadap Penurunan Kadar Mangan air Sumur di Desa Mendungan, Pabelan , Kartosuro*. Skripsi. Tidak Diterbitkan.
- Behar. David. Rabani, Joseph. 2001 Laser Photolysis of TIO 2 Layers in the Presence of Aqueous Iodine. *Journal OF Physical Chemistry*. Vol 105. USA. P6324-42.
- Burger. Craig A, Shakelford, Charles D. 2001. Soil Water Characteristic Curves and Dual Porosity of Sand Diatomaceous Earth Mixtures. *Journal Of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. Vol. 36. USA. P: 790-800
- Depkes RI. 1990. *Permenkes No. 416/Menkes/Per/IX/1990. Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum*. Depkes RI. Jakarta.
- Djabu, Udin , dkk. 1991. *Pedoman Bidang Studi Pembuangan Tinja dan Air Limbah pada Institusi Pendidikan Sanitasi /Kesehatan Lingkungan*. Pusdiknakes. Jakarta.
- Entjang, Indan.1982. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Alumni Bandung.
- Gypsona Group UNHAS. 1996. *Penyaringan Air Minum Secara Sederhana di Pedesaan*. Balai Pustaka. Jakarta.
- Henderson. Richard. Carlson. Kennet. 2001. The Impact of Ferrous Ion Reduction of Chlorite Ion on Drinking Water Processes Performance. *Journal Of Water Research*. Vol. 35 .USA. P: 4464-73.
- Iskak. 1980. *Geografi*. Intan Pariwara. Klaten. Jateng.
- Kemas Ali dan Hanafiah.1994. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Rajawali Press. Jakarta.
- Kholik Rusli. 2001. *Uji Efektivitas Ketebalan Arang Batu Bara Banko Sebagai Medi Penyaring dalam Penurunan Kadar Besi pada Air minum di Kel Kasrang Raja. Prabumulih, Sum-Sel*. Skripsi. Tidak Diterbitkan.
- Korn, Et al.2002. Development of Chlorine Dioxide Related By Product Models for Drinking Water Treatment.*Journal of Water Research*. Vol. 36. USA. P: 330-42.
- Kusnaedi. 1998. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor Untuk Air Minum*. Penebar swadaya. Jakarta.
- Liu, W Et al. 2002. Investigation of Assimilable Organic Carbon (OAC) and Bacterial Regrowth In Drinking Water Distribution System. *Journal Water Research*. Vol. 36. Wilson Company. USA. P: 891-8.
- Mettler, S. Abdelmoula, M. Hoehn, E. 2001. Characterization of Iron and Manganese Precipitates from an In Situ Ground Water Treatment Plan. *Journal of Ground Water*. Wilson Company. USA. P: 921-30.
- Mubiru, DN. Coyne, MS. Grove, JH. 2000. Mortality of Escherichia coli O 157:H7 In two Soils with Different Physical and Chemical Properties. *Journal of Environmental Quality*. Vol.29. USA. P: 1821-5.
- Said, Nusa Idaman. 1999. *Kesehatan Masyarakat dan Teknologi Pengolahan Air*. BPPT. Jakarta.
- Sanropie, Djasio, Dkk. 1984. *Buku Pedoman Study Penyediaan Air Bersih*. Akademi Penilik Kesehatan-Teknologi Sanitasi. Pusdiknakes. Jakarta.

- Santosa Singgih. 2000. *SPSS Mengolah Data Statistik Secara Profesional*. Versi 7,5. Gramedia. Jakarta.
- Sugiharto. 1997. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah* . Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Sukandarrumidi. 1995. *Batubara dan Gambut*. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Sutrisno, Toto dan Eni Sucianstuti. 1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Bina Aksara. Jakarta.
- Totok Sutrisno.dan Suci Astuti. 1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Bhineka Cipta. Jakarta.
- Unus Suriawiria. 1996. *Air Dalam Kehidupan dan Lingkungan yang Sehat*. Alumni. Bandung.