

PENGOLAHAN AIR SUMUR UNTUK BAHAN BAKU AIR MINUM^{*)}

Oleh : Suyanta

1. PENDAHULUAN

Air merupakan bahan yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan fungsinya tidak pernah digantikan oleh senyawa lain. Air juga merupakan komponen penting dalam bahan makanan. Bila badan manusia hidup dianalisis komposisi kimianya, maka akan diketahui bahwa kandungan airnya rata-rata 65 % atau sekitar 47 liter per orang dewasa. Setiap hari sekitar 2,5 liter air harus diganti dengan air yang baru. Diperkirakan dari sejumlah air yang harus diganti tersebut 1,5 liter berasal dari air minum. Dengan demikian kebutuhan air untuk tubuh manusia merupakan hal yang pokok.

Air secara kimiawi merupakan senyawa polar (H_2O), yang mempunyai sifat-sifat tertentu, seperti bersifat pelarut, dapat berikatan hidrogen dengan senyawa organik dan sifat-sifat lain dalam mekanisme reaksi tubuh. Air untuk keperluan minum tidak sama persis dengan pengertian air secara kimiawi, karena air minum merupakan air (kimiawi) yang mengandung unsur-unsur tertentu (termasuk mineral) yang diperlukan tubuh. Bahan-bahan mineral tersebut antara lain kalsium, magnesium, natrium, besi dan lain-lain. Namun jumlah mineral yang terlarut dalam air minum tidak boleh melebihi ambang batas yang diperlukan tubuh. Jika mineral-mineral tersebut jumlahnya sangat tinggi dan melebihi nilai ambang batas, dapat mengganggu proses dan mekanisme dalam tubuh.

Kontaminan anorganik sukar didegradasi menjadi spesies yang tidak berbahaya, sehingga di lingkungan dapat terakumulasi hingga mencapai konsentrasi toksik dan selanjutnya dapat mengakibatkan kerusakan ekologi. Dalam penelitian ini, diteliti beberapa logam yang mempunyai potensi toksik yaitu kromium, kobalt, nikel dan tembaga.

Besi di air lingkungan banyak terdapat sebagai ion besi (II) dan besi (III). Keberadaannya di alam banyak disebabkan oleh besi alam (mineral dan dari limbah.

Industri dan kerajinan). Keberadaan dalam jumlah yang besar terutama dalam air dapat mengganggu kesehatan.

Mangan di alam biasanya bersama sama besama dengan besi sebagai mineral MnO_2 . Mineral ini mempunyai kelarutan yang baik dalam air membentuk ion Mn^{2+} maupun senyawa hidroksida mangan yang stabil dalam air. Keberadaan mangan dalam air dalam jumlah banyak sangat mengganggu kesehatan maupun kualitas air itu sendiri baik sebagai air minum maupun air pembersih (Brooks King, 1959).

Kualitas air bisanya ditunjukkan oleh kandungan berbagai komponen lain dalam air. Bahan-bahan yang sering ada dalam air dan jumlah yang diperbolehkan sangat tergantung dari jenis air yang akan digunakan. Berdasarkan pemanfaatan dan hubungan dengan kriteria mutu air di Indonesia dikenal 5 golongan pemanfaatan air yaitu golongan A, B, C, D dan E.

Golongan A: air yang dapat digunakan sebagai sumber air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Golongan B: air baku yang baik untuk air minum dan rumah tangga dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan lainnya tetapi tidak sesuai dengan golongan A.

Golongan C: air yang baik untuk keperluan perikanan dan peternakan dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan lainnya tetapi tidak sesuai untuk keperluan tersebut pada golongan A dan B.

Golongan D: air yang baik untuk keperluan pertanian dan dapat dimanfaatkan untuk perkantoran, industri, listrik tenaga air, lalu lintas air dan keperluan lainnya, tetapi tidak sesuai untuk keperluan tersebut pada golongan A, B dan C.

Golongan E: air yang tidak sesuai untuk keperluan tersebut pada golongan A, B, C dan D.

Air Golongan B yang secara umum sebagai air minum dan air untuk keperluan rumah tangga merupakan bagian yang diteliti dan dipakai pada penelitian ini. Kualitas air untuk air minum criteria komponen bahan lain sangat tergantung dari institusi yang memberikan rekomendasi. WHO memberikan rekomendasi kualitas air minum yang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kualitas Air Golongan B

Parameter	Satuan	Minimum yang dianjurkan	Maksimum yg diperbolehkan	Keterangan
FISIKA				
Temperatur	°C	tem. air normal	tem. air normal	
Residu terlarut	mg/L	500	1500	
KIMIA				
PH		5 – 9	5 – 9	
Barium (Ba)	mg/L	nihil	1	
Besi total (Fe)	mg/L	1	5	
Mangan total (Mn)	mg/L	Nihil	1	
Tembaga (Cu)	mg/L	Nihil	1	
Seng (Zn)	mg/L	1	15	
Krom heksavalen (Cr)	mg/L	Nihil	0,05	
Cadmium (Cd)	mg/L	Nihil	0,01	
Raksa total (Hg)	mg/L	0,0005	0,001	
Timbal (Pb)	mg/L	0,05	0,1	
Arsen (As)	mg/L	Nihil	0,05	
Selenium (Se)	mg/L	Nihil	0,01	
Sianida (CN)	mg/L	Nihil	0,05	
Sulfida (S)	mg/L	Nihil	Nihil	
Fluorida (F)	mg/L	0,5	1,5	
Klorida (Cl)	mg/L	200	600	
Sulfat (SO ₄)	mg/L	200	400	
Amoniak (NH ₃)	mg/L	0,01	0,5	
Nitrat (NO ₃)	mg/L	5	10	
Nitrit (NO ₂)	mg/L	Nihil	1	
Oksigen terlarut (DO)	mg/L			Air permukaan dianjurkan lebih besar/sama dengan 6
Kebutuhan oksigen biologi (BOD)	mg/L	6	-	
Kebutuhan oksigen kimia (COD)	mg/L	10	-	
Senyawa aktif biru metilen	mg/L	Nihil	0,5	
Fenol	mg/L	0,001	0,002	
Minyak dan lemak	mg/L	Nihil	Nihil	
Karbon klorform terekstrak	mg/L	0,04	0,05	
FCB	mg/L	Nihil	Nihil	

BAKTERIOLOGI			
Kolifora group	MPM/ 100mL	10.000	-
Kolifera tinja	MPM/ 100mL	2.000	-
RADIOAKTIVITAS			
Aktivitas Beta total	pCi/L	-	100
Strontium-90	pCi/L	-	2
Radium-226	pCi/L	-	1
PESTISIDA			
Aldrin	mg/L	Nihil	0,017
Chlordane	mg/L	Nihil	0,003
DDT	mg/L	Nihil	0,012
Dieldrin	mg/L	Nihil	0,017
Endrin	mg/L	Nihil	0,001
Heptaklor	mg/L	Nihil	0,018
Heptaklor apoxide	mg/L	Nihil	0,018
Lindane	mg/L	Nihil	0,056
Metxy chlor	mg/L	Nihil	0,055
Organophosfat dan karbonat	mg/L	Nihil	0,100
Toxaphene	mg/L	Nihil	0,005

Untuk memperoleh bahan baku air yang baik maka diperlukan sumber air baku yang memenuhi kualitas air baku. Namun pada beberapa dekade terakhir kualitas air baku mulai menurun. Sebagai contoh, keadaan sumber air baku pada air sumur di bantaran sungai code yang tidak memenuhi syarat sebagai sumber air baku. Oleh sebab itu diperlukan cara-cara pengolahan air agar dapat dipakai sebagai sumber air baku.

2. Proses Pengolahan Air

Secara umum proses pengolahan air terdiri tiga proses dasar yaitu proses kimia, fisika dan biologi. Pemilihan proses sangat tergantung dari jenis pengotor air. Proses yang dipakai dapat hanya satu jenis (kimia atau fisika atau biologi) saja, dapat juga dua jenis atau keseluruhan proses terpakai (kimia, fisika dan biologi).

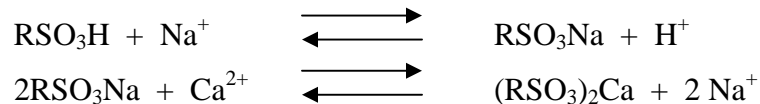
Pada pengolahan air dengan menggunakan clay dan arang aktif sebagai penjerap, berbagai proses teraplikasikan. Secara umum proses ini merupakan gabungan proses kimia fisika. Proses yang terjadi secara detail dijabarkan berikut ini.

2.1. Proses Pertukaran Ion (Ion Exchange)

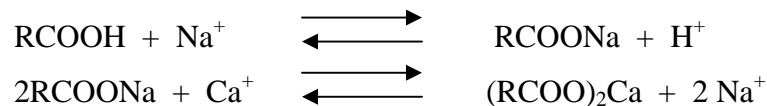
Pada umumnya sistem pertukaran ion biasanya menggunakan suatu resin penukar ion(dapat penukar kation maupun anion). Seperti kita ketahui clay merupakan senyawa makromolekul yang bermuatan. Atas dasar muatan-muatan yang dimiliki oleh caly, maka clay dapat mempertukarkan ion yang ada dalam air.

Jenis-jenis pertukaran ion dari resin penukar ion terdiri dari empat jenis yaitu:

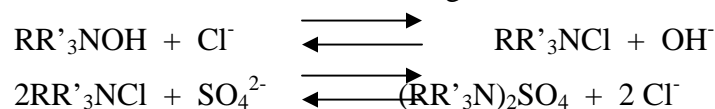
- a. Penukar kation dari asam-asam kuat, dengan reaksi



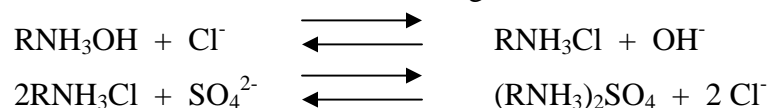
- b. Penukar kation dari asam-asam lemah, dengan reaksi



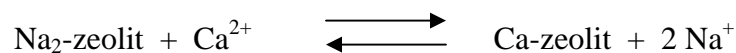
- c. Penukar anion dari basa kuat, dengan reaksi



- d. Penukar anion dari basa lemah, dengan reaksi



Clay dapat mengandung berbagai mineral. Salah satunya misalnya zeolit. Zeolit dapat berfungsi sebagai penukar kation dengan reaksi dasar sebagai berikut:



Atas dasar reaksi tersebut maka clay mempunyai kemampuan sebagai zat penukar kation.

2.2. Proses Adsorbsi

Adsorbsi adalah akumulasi suatu zat pada antar muka (*interface*) diantar dua fase. Zat yang diserap disebut adsorbat/solute dan zat yang menyerap disebut adsorben. Banyak zat dipakai sebagai adsorben untuk menyerap zat pengotor dalam cairan.

Adsorben yang umum dipakai secara komersial misalnya, silica gel, alumina, molekul-molekul penyaring dan karbon aktif.

Adsorpsi biasanya mencakup adsorpsi kimia dan adsorpsi fisika. Adsorpsi kimia akan mengikuti persamaan Langmuir sebagai berikut:

$$q = \frac{q_m K_A C}{1 + K_A C}$$

dengan q = muatan zat yang diserap / massa adsorben

q_m = muatan zat yang diserap / massa adsorben untuk lapisan tunggal

C = konsentrasi zat yang diserap

K_A = konstante yang berhubungan dengan entalpi adsorpsi

Brunauer – Emmett – Teller (BET), menyusun persamaan adsorpsi yang relatif mirip dengan persamaan Langmuir. Persamaan BET dirumuskan sebagai:

$$q = \frac{q_m K_B C}{(C_s - C) \{ 1 + (K_B - 1) C/C_s \}}$$

dengan, C_s = konsentrasi solute pada seluruh permukaan

K_B = konstante yang berhubungan dengan energi adsorpsi

Penyerderhanaan persamaan dilakukan oleh Freundlich berdasarkan pengalaman empiris untuk adsorpsi isoterm, menjadi persamaan berikut:

$$q = K_F C^{1/n}$$

Dengan K_F dan n adalah suatu konstante. Dengan mengubah persamaan dalam logaritma akan didapatkan persamaan:

$$\log q = \log K_F + 1/n \log C$$

Secara matematis dapat dilihat hubungan langsung antara q dengan konsentrasi C .

2.3. Proses Filtrasi

Filtrasi (atau penyaringan) adalah suatu proses untuk memisahkan partikel padat/koloid dari air dengan menggunakan media yang porous. Zat padat dalam air biasanya berasal dari pengotor air bau maupun dari akibat proses yang menghasilkan endapan.

Berbagai filter digunakan untuk menjernihkan air. Filter yang paling sederhana adalah batuan pasir. Filter pasir tergantung dari ukuran partikel. Untuk penyaringan yang lambat biasanya dengan ukuran diameter pasir 0,2-0,35 mm. Untuk penyaringan cepat dengan ukuran partikel 0,4 – 0,8 mm. Variasi system penyaring pasir dapat dilakukan dengan membagi ukuran partikel. Misalnya bagian atas partikel besar, bagian tengah partikel sedang dan bagian bawah partikel kecil.

Filter precoating adalah suatu penyaring tanah diatomace yang dilapiskan (supported) pada bahan saringan. Biasanya lapisan ini dengan ketebalan 0,16 – 0,32 cm. Filter yang lebih bagus biasanya menggunakan saringan kain dari bahan baja. Ukuran saringan baja sekitar 20 sampai 60 mikron. Jenis penyaringan yang juga cukup baik adalah penyaringan system vacuum. Dengan menggunakan tabung yang dicelupkan sebagian dalam air sambil diputar tabung dibuat vacuum.

3. Langkah-langkah Pengolahan Air Baku dengan Clay dan Arang Aktif

Pada pengolahan air sumur dengan menggunakan clay dan arang aktif diawali dengan penyiapan clay dan arang aktif. Clay dan arang aktif disiapkan sesuai dengan langkah-langkah yang dapat dilihat pada lampiran 1. Bahan clay dan arang aktif kemudian ditempatkan dalam tabung penyaringan dan dikombinasikan dengan tabung/bak penampungan air, yang selengkapnya dapat dilihat pada gambar di lampiran 2. Tabung penyaringan dan bak penampungan yang sudah siap dialiri air sumur dan air yang keluar sudah siap dipakai sebagai air baku bahan air minum.

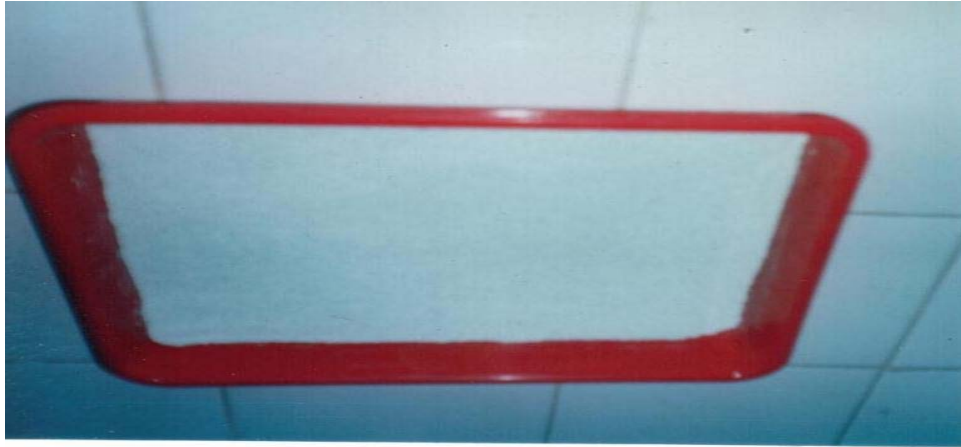
4. Kesimpulan

Dari penelitian ini secara keseluruhan dapat disimpulkan sebagai berikut: Kedua macam clay mampu meningkatkan kualitas air menjadi lebih baik. Bahkan dengan sistem penyerapan clay Bayat kualitas air sumur layak dipakai sebagai sumber air minum dengan berbagai paramater yang memenuhi standar kualitas air minum. Meskipun sistem ini hanya mampu bertahan selama 1 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1985, *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater*, American Public Health Association, Washington DC.
- Arnold E Greenberg, R. Rhodes Trussell, and Lenore S. Clesceri, 1985, "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water", *American Public Health Association*", Washington DC.
- Bohn, H.L., B.L. McNeal, dan G.A. O'Connor, 1985, *Soil Chemistry*, John Wiley & Sons, New York.
- Freedman, B., 1995, *Environmental Ecology*, Second Edition, Academic Press, London.
- Grim, Ralph E., 1953, *Clay Mineralogi* , Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Hans Hermann Rump, 1999, "Laboratory Manual for the Eximination of Water, Waste Water nad Soil", Wiley-VCH, New York.
- Mellah, A., dan S. Chegrouche, 1997, *The Removal of Zinc from Aqueous Solutions by Natural Bentonite*, *Wat Res*, Vol 31, No.3, 621-629, Elsevier Science Ltd, Pergamon, Great Britain.
- Moore, J.W., S. Ramamoorthy, 1980, "Heavy Metals in Natural Waters" Springer Verlag, New York.

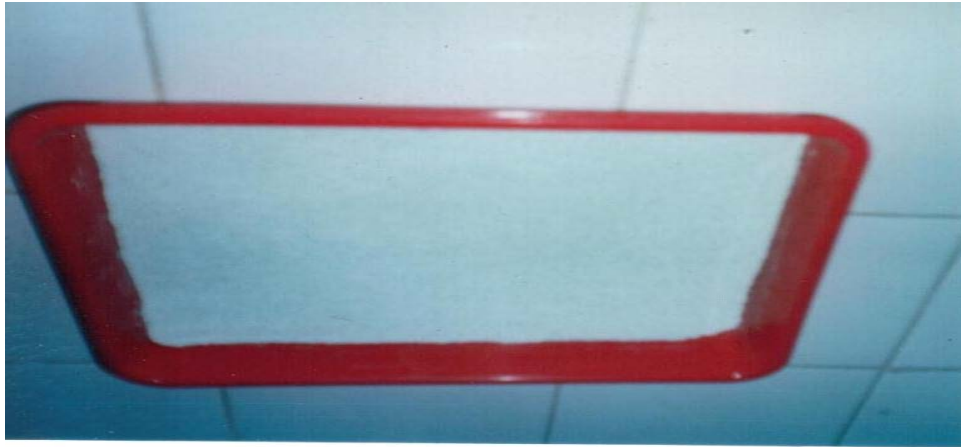
Lampiran 1: Bentuk Clay bayat dan Godean serta Arang aktif



Lampiran 2: Bentuk Tabung Pengolahan air dan Tabung Penampungan



CLAY BAYAT DAN GODEAN



ARANG AKTIF

