

## RISIKO PENCEMARAN BAKTERIOLOGIK AIR SUMUR GALI DI DAERAH PEDESAAN KABUPATEN REMBANG

Sri Irianti\*, Agustina Lubis\*, Riris Nainggolan\*, Supraptini\*, Sunanti Zalbawi\*, Sutedjo\*\*

\*Puslitbang Ekologi

\*\* Dinas Kesehatan Kabupaten Rembang

### *Abstract*

#### *Bacteriological Pollution Risk Of Dug Wells Water In Rembang District*

*Groundwater is still a main source of clean water in rural areas of Indonesia. Drinking-water facilities which mostly use shallow groundwater are dug wells. However, the water quality of dug wells is the worst among other shallow groundwater facilities. This is due to some factors affecting the quality, such as the type of soil, the season, the distance of latrines to the on-site sanitation, the construction of those facilities, and the behavior of water users. Those factors were used in the sanitary inspection checklist of drinking-water quality surveillance.*

*The study was conducted in Rembang District in August and November 1999 and aimed to determine how those factors may impact on water quality by measuring the concentration of faecal coliforms. The method of the study includes bacteriological assessment of water samples, interview with the owners of the water facilities, sanitary inspection, and examination of soil size of samples taken from the dugwells. The sample size of dugwells was determined by multi-stage random sampling method, amounting to a total of 261 dugwells from two villages. The water sampling and the sanitary inspection were conducted twice according to two seasons on all 261 dugwells, whilst the soil sample examination were conducted only on 30 dugwells. The determination of bacteriological pollution risk were based on logistic regression analysis with a level of confidence of 90%.*

*The study showed that in the dry season there were three significant variables for dugwells. They were the seal of the wall below the ground less than three meters, the water stagnant within two meters of the well, and the location of the well outside the house. In the rainy season, the only significant variable was the location of the well outside the house. The type of soil surrounding the dugwells according to the examination of soil size was not significant due to its homogeneity. The study recommends for further studies with emphasis on increasing the sample size and variety of soil size.*

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan air tanah dangkal sebagai sumber air bersih di daerah pedesaan Pulau Jawa semakin meningkat antara lain karena faktor ketersediaan air tanah dan kemudahan dalam pemanfaatannya oleh masyarakat. Oleh karena itu sarana air bersih (SAB) seperti sumur gali (SGL) menjadi pilihan dan populer di daerah pedesaan (Irianti, S, dkk., 1994; MOH, 1995). Menurut hasil survei demografi dan kesehatan Indonesia (CBS, NFPCB, MOH, dan MI, 1995), lebih dari 50 % penduduk pedesaan memperoleh air bersih dari SGL dan sebagian besar terdapat di Pulau Jawa. Namun demikian, penyediaan air bersih di Indonesia masih belum memadai baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya.

Menurut Sunaryo dan Darpito (1991), pada tahun 1989 di daerah pedesaan hanya 22 % penduduk

memperoleh air bersih dari berbagai sarana yang ada seperti SGL, sumur pompa tangan dangkal (SPT-DK), dan penampungan mata air (PMA). Sedangkan pada tahun 1994, cakupan air bersih tersebut meningkat menjadi 60,3 % (CBS, NFPCB, MOH, dan MI, 1995). Peningkatan cakupan ini tidak akan bermakna dalam penurunan angka penyakit yang ditularkan melalui air disebabkan air bersih tersebut belum diolah dan konstruksi sarannya masih belum memenuhi syarat kesehatan (Lloyd, B and Helmer, R, 1991; World Bank, 1992). Bahkan menurut Okun (1993), di tempat-tempat yang sulit air bersih seperti di daerah-daerah pantai, penduduk harus membeli air dari pedagang air yang seringkali harganya lebih mahal dari harga air perpipaan di daerah perkotaan. Sedangkan menurut Katko (1991), penduduk pedesaan harus mengeluarkan sembilan % pendapatannya untuk membeli air bersih dari pedagang air

dapat mempengaruhi risiko pencemaran bakteriologi air tanah, sehingga penelitian risiko pencemaran bakteriologi di berbagai jenis tanah perlu dilakukan untuk menambah informasi yang diperlukan dalam penetapan metode surveilans yang tepat guna.

Ada lima faktor utama yang penulis duga akan mempengaruhi kualitas air bersih yang bersumber dari air tanah dangkal yaitu jarak sumber air dari sumber pencemar, kualitas dari konstruksi sarana, jenis tanah, perilaku pemakai air dan faktor musim. Faktor tersebut selanjutnya merupakan variabel bebas dan kualitas air merupakan variabel terikat.

## BAHAN DAN CARA

### a. Desain Penelitian

Penelitian ini adalah *cross-sectional survey* yang dilakukan melalui observasi, wawancara dengan menggunakan kuesioner dan pemeriksaan laboratorium. Berdasarkan instrumen penelitian dan kegiatan yang telah dilakukan, kemudian peneliti menguji hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas yang ditetapkan dalam hipotesa. Variabel-variabel dari hasil inspeksi sanitasi digolongkan sebagai variabel terikat dan hasil pemeriksaan kualitas air sebagai variabel bebas.

### b. Lokasi Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di dua kecamatan di Kabupaten Rembang, yaitu kecamatan Sedan dan Sale. Pemilihan lokasi tersebut berdasarkan pertimbangan bahwa ke dua kecamatan tersebut paling banyak memanfaatkan SGL sebagai sumber air bersih (54%) dibandingkan kecamatan-kecamatan lainnya di Kabupaten Rembang (MOH, 1984). Dari Kecamatan Sedan dipilih satu desa yaitu Desa Karas dan dari Kecamatan Sale dipilih Desa Sale.

### c. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah SGL yang ada di Kabupaten Rembang yang merupakan sumber utama air minum. Besar sampel adalah 261 SGL, yang terdiri dari 106 SGL dari Kecamatan Sedan dan 155 SGL dari kecamatan Sale. Pemilihan sampel di tingkat desa dilakukan secara acak sehingga setiap dukuh yang ada mendapat kesempatan yang sama untuk dipilih. Dari 261 sampel yang ada dilakukan inspeksi sanitasi pada musim kemarau, dua kali pemeriksaan sampel air (musim kemarau dan penghujan), dan wawancara kepada pemilik atau pemakai sarana. Sedangkan sampel tanah hanya diambil dari 30 SGL karena pertimbangan kemudahan dan keterbatasan biaya yang ada.

### d. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan inspeksi sanitasi, pemeriksaan bakteriologi sampel air, pemeriksaan sampel tanah dan wawancara. Pelaksanaan inspeksi sanitasi menggunakan formulir inspeksi sanitasi dari WHO (1997b) untuk SGL sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi risiko yang dipakai dalam inspeksi sanitasi untuk SGL

Nilai Risiko Sanitasi	Klasifikasi Risiko
0	Tidak ada risiko
1 - 3	Risiko rendah
4 - 6	Risiko sedang
7 - >10	Risiko tinggi

Pemeriksaan sampel air dilakukan untuk mengetahui konsentrasi *Escherichia coli* per 100 ml sampel air sebagai bahan untuk menentukan kualitas bakteriologi (WHO, 1997a). Indikator ini dipilih karena sarana air minum sampel tidak mengalami pengolahan terlebih dahulu. Hasil konsentrasi tersebut kemudian dikelompokkan sesuai klasifikasi yang telah ditetapkan oleh WHO sebagai berikut:

Tabel 2. Tingkat kualitas pencemaran bakteriologik untuk SGL

Golongan	Konsentrasi coli tinja per 100ml contoh air	Klasifikasi Risiko
A	0	Tidak ada risiko
B	1 - 10	Risiko rendah
C	11 - 100	Risiko sedang
D	101 - 1000	Risiko tinggi
E	> 1000	Risiko amat tinggi

Metode pemeriksaan sampel air yang digunakan adalah metode tabung ganda sesuai rekomendasi WHO (1997a). Ada dua tahap pemeriksaan yaitu tes perkiraan dan tes penegasan. Tes tersebut dimulai dengan inokulasi sampel dengan ukuran bervariasi dari 0,1 ml, 1 ml, dan 10 ml dalam tabung laktosa dan dalam suhu 37 derajat Celcius selama 24-48 jam. Apabila dihasilkan gas dalam tabung tersebut maka tes perkiraan positif dan dilanjutkan dengan tes penegasan. Apabila dari tes penegasan tersebut diperoleh hasil positif, maka konsentrasi coli tinja dapat dihitung menggunakan tabel Perkiraan Terdekat Jumlah Koli (*Most Probable Number*).

Pemeriksaan sampel tanah yang telah dilakukan adalah untuk mengetahui jenis tanah dari sebagian SGL yang terpilih sebagai sampel penelitian dengan metode ayakan dan metode pipet. Pemeriksaan sampel tanah hanya dilakukan terhadap 30 SGL yang dipilih dari setiap dukuh yang ada. Setiap sarana yang terpilih diambil sebanyak lebih kurang 300 gram tanah yang berasal dari dasar SGL dan dibungkus dalam plastik yang telah disiapkan dengan keterangan sampel seperti nomor, nama pemilik, alamat, kedalaman dan tanggal pengambilan untuk selanjutnya dikirim ke laboratorium. Penentuan jenis tanah sesuai klasifikasi yang ditetapkan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (Boulding, JR, 1995). Pada dasarnya tanah tersebut akan dikelompokkan sesuai kelompok pasir (*sand*), lanau (*silt*) dan lempung (*clay*). Selanjutnya berdasarkan persentase masing-masing kandungan partikel tanah tadi dapat ditentukan jenis

tanah secara lebih spesifik. Sebagai contoh, apabila 90-100 % tanah tersebut mengandung pasir, maka jenis tanah tersebut disebut *sand*. Tetapi bila kandungan tanah tersebut hanya 80 % sand dan 20 % clay, maka disebut *sandy clay*.

#### e. Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah secara statistik dengan bantuan komputer. Data hasil observasi dan wawancara diolah menggunakan SPSS dan *Epi Info*. Selanjutnya analisis data dikelompokkan dalam tiga kelompok yaitu *univariate*, *bivariate* dan *multivariate*. *Univariate* untuk menyajikan data deskriptif dari variabel terikat maupun variabel bebas secara terpisah. Data *bivariate* untuk menyajikan data mengenai hubungan antara variabel bebas dan terikat dengan menggunakan *Chi Square*. Selanjutnya *multivariate* menggunakan analisis regresi logistik untuk menentukan variabel yang bermakna mempengaruhi kualitas bakteriologik air SGL.

### HASIL PENELITIAN

#### a. Tingkat Risiko Sanitasi

Tingkat risiko sanitasi berdasarkan hasil inspeksi sanitasi pada musim kemarau dapat dilihat pada Tabel 3 prosentase SGL pada musim kemarau dengan risiko rendah (1-3) sebesar 22,6%, sedangkan proporsi terbesar adalah risiko sedang (4-6) yaitu sebesar 49,0%.

Tabel 3. Tingkat risiko sanitasi SGL berdasarkan hasil inspeksi sanitasi pada musim kemarau

Tingkat risiko sanitasi	Jumlah SGL (%)
Tidak ada risiko (0)	0 (0,0)
Risiko rendah (1 - 3)	59 (22,6)
Risiko sedang (4 - 6)	128 (49,0)
Risiko tinggi (7 - >10)	74 (28,4)
Jumlah	261 (100,0)

#### b. Tingkat Risiko Bakteriologik

Tingkat risiko bakteriologik SGL dibedakan antara musim penghujan dan

musim kemarau. Tingkat risiko bakteriologi SGL menurut musim dapat dilihat pada Tabel 4. Air SGL yang tergolong berkualitas jelek (>50) pada musim kemarau sebesar 86,2% dan pada musim penghujan sebesar 91,6%.

Tabel 4. Tingkat risiko bakteriologi SGL menurut musim

Tingkat risiko bakteriologi (Konsentrasi Faecal coliforms)	Musim	
	Kemarau (%)	Penghujan (%)
Baik (<50)	36 (13,8)	22 (8,4)
Jelek (>50)	225 (86,2)	239 (91,6)
Jumlah	261 (100,0)	261 (100,0)

### c. Jenis Tanah berdasarkan Ukuran Partikel

Jenis tanah yang diambil dari dasar SGL ditentukan berdasarkan pemeriksaan ukuran partikel tanah sesuai standar Departemen Pertanian Amerika Serikat (Boulding JR,1995). Ada tujuh jenis tanah dari 30 sampel tanah yang diperiksa. Proporsi terbesar adalah tanah dengan jenis *loamy sandy* yang mengandung kadar pasir paling sedikit 70%, yaitu sebesar 46,7%.

### d. Variabel yang Mempengaruhi Kualitas Bakteriologi SGL

#### *Variabel SGL berdasarkan Hasil Analisis Bivariat*

Variabel yang bermakna pada musim kemarau untuk SGL berdasarkan analisis bivariat meliputi kondisi saluran air limbah yang menyebabkan genangan air dalam radius dua meter, kondisi dinding sumur sedalam tiga meter yang tidak baik, adanya keretakan lantai semen sekitar sumur, muka air kurang dari tujuh meter, dan lokasi sarana di luar rumah ( $p<0,1$ ). Variabel SGL yang bermakna selama musim hujan berdasarkan analisis bivariat meliputi kondisi timba dan tali yang memungkinkan pencemaran, muka air kurang dari tujuh meter, pH kurang dari

tujuh dan lokasi SGL di luar rumah ( $p<0,1$ ).

#### *Variabel SGL berdasarkan Hasil Analisis Multivariat*

Pada musim kemarau, terdapat tiga variabel SGL yang bermakna yaitu adanya dinding semen sedalam kurang dari tiga meter, adanya genangan air dalam radius dua meter dan lokasi sarana di luar SGL ( $p<0,1$ ). Sedangkan variabel SGL yang bermakna pada musim hujan hanya lokasi sarana di luar rumah ( $p<0,1$ ).

## PEMBAHASAN

### a. Kualitas Bakteriologi Air

Kualitas bakteriologi air sangat penting dalam hubungannya dengan dampak kesehatan masyarakat pemakai air. Hasil penelitian ini menunjukkan kualitas bakteriologi pada musim kemarau lebih baik daripada musim hujan. Hal ini disebabkan pada musim kemarau tidak ada kelebihan air yang masuk ke dalam tanah sehingga tanah masih mampu membersihkan air kotor yang biasanya mengandung bakteri (Lewis, Drasar, Foster, 1980). Geldreich (1990) mendukung fakta bahwa jika ada kelebihan air kotor yang masuk ke dalam tanah, tanah tidak mampu menyaring bahan pencemar yang masuk karena proses penjernihan sendiri tidak berjalan. Bahkan Wright (1986) dan Blum, *et al.* (1987) membuktikan bahwa pencemaran koli tinja meningkat pada saat transisi dari musim kemarau ke musim hujan.

### b. Adanya Dinding Semen Sedalam Kurang dari Tiga Meter

Adanya dinding semen sedalam tiga meter selain berfungsi untuk mencegah pencemaran horizontal melalui tanah juga dapat mencegah longornya tanah di sekeliling sarana. Variabel ini terbukti bermakna bertubungan dengan konsentrasi koli tinja dalam dua musim ( $p=0,0184$  dan  $0,0257$ ). Makin tinggi proporsi SGL yang

mempunyai dinding sedalam tiga meter, makin rendah konsentrasi koli tinja.

#### c. Lokasi SGL

Lokasi SGL dikelompokkan menjadi lokasi di dalam rumah dan di luar rumah. Variabel ini berhubungan secara bermakna dengan konsentrasi koli tinja di kedua musim ( $p=0,0599$  dan  $0,0702$ ). Makin tinggi proporsi sarana SGL di luar rumah, makin tinggi pula konsentrasi koli tinja. Hal ini disebabkan karena SGL yang terletak di luar rumah memungkinkan tercemar oleh hewan atau sumber pencemar lain.

#### d. Metode Tepat Guna untuk Surveilans Kualitas Air di Pedesaan

Metode yang tepat guna untuk surveilans kualitas air di daerah pedesaan khususnya Kabupaten Rembang dapat menggunakan formulir inspeksi sanitasi yang telah direvisi dengan memasukkan variabel-variabel yang bermakna dalam penelitian ini. Hasil analisis dengan menggunakan regresi logistik menunjukkan bahwa ada empat variabel yang bermakna untuk SGL. Variabel-variabel tersebut pada umumnya bermakna tidak pada semua musim, namun variabel yang bermakna pada musim hujan akan lebih baik bila digunakan untuk revisi formulir inspeksi sanitasi, karena musim hujan kemungkinan terjadi pencemaran lebih tinggi daripada musim kemarau (Blum, et al.1987).

Variabel-variabel tersebut adalah sebagai berikut:

- Dinding semen sedalam kurang dari tiga meter
- Lokasi sarana di luar rumah
- Genangan air dalam radius dua meter

Walaupun tidak semua variabel yang diteliti terbukti mempengaruhi kualitas bakteriologi air bersih dari SGL, ke empat variabel yang bermakna mempunyai hubungan dengan variabel-variabel yang tidak bermakna. Sebagai contoh, dengan adanya dinding vertikal sedalam tiga meter dapat mencegah

masuknya pencemaran secara horizontal, sehingga walaupun ada kemungkinan sumber pencemaran di sekitar sumur, pencemaran tidak terjadi. Demikian pula lokasi sumur di luar rumah memungkinkan pencemaran terjadi lebih besar karena sumur tersebut tidak terlindungi. Perilaku pemakai air SGL secara statistik tidak bermakna terhadap kualitas air karena dalam proses pengambilan air menggunakan tali dan timba, pemakai air tersebut meletakkannya dalam posisi yang tidak tercemar.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa ada beberapa variabel yang bermakna mempengaruhi kualitas air dari SGL. Variabel-variabel tersebut dapat dipakai untuk merevisi daftar pertanyaan dalam formulir inspeksi sanitasi untuk jenis sarana SGL. Penelitian ini juga menggambarkan kondisi penyediaan air bersih dan sanitasi dasar di daerah pedesaan Kabupaten Rembang yang masih belum memadai, terbukti dari masih tingginya angka SGL yang mempunyai genangan air kotor di sekitarnya. Faktor musim juga terbukti bermakna terhadap kualitas bakteriologi air dari SGL baik pada musim kemarau maupun pada musim hujan. Demikian pula risiko sanitasi dari hasil inspeksi sanitasi berhubungan dengan kualitas bakteriologi air yang ditunjukkan oleh konsentrasi koli tinja.

Namun demikian, variabel jenis tanah tidak terbukti mempengaruhi kualitas bakteriologi air tanah dangkal karena jumlah sampel yang terlalu kecil dan hanya jenis tanah dari SGL yang diperiksa.

## SARAN

1. Dalam rehabilitasi SGL, faktor-faktor seperti dinding sumur sedalam tiga meter, lantai kedap air dengan radius dua meter dari sumur dan tidak adanya pencemaran di sekitar sumur perlu dipertimbangkan, sehingga perbaikan kualitas bakteriologi SGL dapat tercapai.

2. Perlu penelitian sejenis dengan jumlah sampel tanah yang memadai baik dari segi jumlah maupun variasinya, sehingga dapat dibuktikan apakah jenis tanah mempengaruhi kualitas bakteriologi air tanah dangkal di daerah pedesaan jenis tanah dari SGL yang diperiksa.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Boulding JR. (1995) *Practical Handbook of Soil, Vadoze Zone, and Groundwater Contamination, Assessment, Prevention and Remediation*. Boca Raton, Lewis Publishers.
2. Blum D, Hutty SR., Okoro JJ, Akujobi C, Kirkwood BR, and Feachem RG (1987) The Bacterial Quality of Traditional Water Sources in North-Eastern Imo State Nigeria. *J Epidemiol Infection*. 99(2):429-437.
3. Cairncross S and Feachem RG (1993) *Environmental Health Engineering in the Tropics*. Chichester, John Wiley & Son.
4. Central Bureau of Statistics (CBS) and State Ministry of Population/National Family Planning Coordinating Board (NFPCB) and Ministry of Health (MOH) and Macro International Inc. (MI) (1995) *Indonesia Demographic and Health Survey 1994*. Calverton, Maryland, CBS and MI.
5. Geldreich EE (1990) Microbiological Quality of Source Water for Water Supply. In: McFeters GA (ed). *Drinking Water Microbiology*. Michigan, Springer-Verlag, pp.3-31.
6. Havelaar AH (1993) The Place of Microbiological Monitoring in the Production of Safe Drinking-Water. In : Craun GF (ed). *Safety of Water Disinfection : Balancing Chemical & Microbial Risks*. Washington DC, International Life Sciences Institute Press, pp.32-50.
7. Irianti S, Musadad DA, Djarismawati, Nasih S, Manalu H, Ismoyowati, Sukana B (1994) *Penelitian Pengetahuan, Sikap, Perilaku Masyarakat Pedesaan dalam Pengelolaan Sarana Penyediaan Air Bersih dan Kesehatan Lingkungan, 1993/1994: Laporan Penelitian*. Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan, Badan Litbangkes Departemen Kesehatan.
8. Katko TS (1991) Reselling and Vending Water. *J Am Water Works Assoc*. 5(1):63-69.
9. Lewis W, Foster SSD, and Drasar BS (1980) *The Risk of Groundwater Pollution by On-Site Sanitation in Developing Countries: A Literature Review*. Duebendorf, International Reference Centre for Waste Disposal.
10. Lloyd B and Helmer R. (1991) *Surveillance of Drinking Water Quality in Rural Areas*. Harlow, Longman Scientific & Technical.
11. Ministry of Health (1984) *Preliminary Engineering and Feasibility Studies, Rural Water Supply, Central Java, Kabupaten Rembang*. Report prepared for World Health Organization, Acting as Executing Agency for The German Agency for Technical Cooperation Ltd. Semarang, PT Indah Karya Consulting Engineers.
12. Ministry of Health. (1995). *Indonesia Health Profile 1994*. Jakarta, MOH.
13. Okun DA (1993) Global Water Supply Issues from a Public Health Perspective. In : Craun GF (ed). *Safety of Water Disinfection: Balancing Chemical & Microbial Risks*. Washington DC, International Life Sciences Institute Press, pp.32-50.
14. Sunaryo and Darpto H (1991) Evaluation of International Drinking Water Supply and Sanitation Decade 1980 - 1990. An Examination for Providing Inputs for the 44<sup>th</sup> Regional Committee Meeting of SEARO. Jakarta. MOH.
15. Watkins J, Films, and Cameron SA (1991) Recently Recognized Concern in Drinking Water Microbiology. *J Inst Water and Environ Management*. 5(6):624-630.
16. World Bank (1992) *World Development Report 1992: Development and The Environment*. New York, Oxford University Press.
17. World Health Organization. (1997a) *Guidelines for Drinking-Water Quality. Vol.1. Recommendations*. 2<sup>nd</sup>. Ed. Geneva, WHO.
18. World Health Organization (1997b) *Guidelines for Drinking- Water Quality. Vol.3. Surveillance and Control of Community Supplies*. 2<sup>nd</sup>.ed. Geneva, WHO.
19. Wright RC (1986). The Seasonality of Bacterial Quality of Water in a Tropical Developing Country (Sierra Leone). *Journal of Hygiene*. 96(1): 75-82.