

## **Analisis Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Bakteri *Escherichia coli* pada Sumur Gali Penderita Diare di Kelurahan Sidomulyo Barat Kota Pekanbaru**

**Muchlis<sup>1</sup>, Thamrin<sup>2</sup>, Sofyan Husein Siregar<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Dinas Kesehatan Kota Pekanbaru Jalan Melur No.103 Harjosari Sukajadi Pekanbaru, Telp. 0761-23213

<sup>2</sup>Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau Jalan Pattimura No.09 Gedung.I Gobah Pekanbaru, Telp. 0761-23742

<sup>3</sup>Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau Jalan Pattimura No.09 Gedung.I Gobah Pekanbaru, Telp. 0761-23742

**Abstract:** *Raw water is water used for daily activities, which the quality has satisfied the health requirements and are consumable quality after being cooked (Permenkes No. 416 / Menkes / Per / IX / 1990). E. coli belong to a group of bacteria that are used as indicator of faecal contamination and cause human health problems like diarrhea. The purpose of this research is to determine factors that influence the amount of E. coli in the dug well. This research was conducted in West Sidomulyo village, Pekanbaru on April until October 2016. A quantitative research approach was used and cross sectional design study, by collecting 30 samples and using saturated sampling. Data that has been used in this research is primary data, which used three different survey mediums interviews, observation, and measurement of MPN raw water. The analysis of statistical test used chi-square with a significant level 5%. The results from this research from 30 respondents is 16 samples (53.3%) has groundwater indicated the presence of E. coli. Factors that has statistical significance on the number of E. coli is the distance of septic tank with dug well (p value 0.003) and the physical condition of the dug well (p value 0.014). Another factors that statistically not associated with is the distance between the toilet with dug well (p value 1.000) and water-resistant depth (p value 1.000). Recommendations from this study are communities could do some water restoration by improving the lips and floor of raw water sources to water resistant. Community Health Centre of Sidomulyo required taking regular measurements of E. coli and providing counselling to the community about the septic tank qualified. Nevertheless, the next researcher need to conduct research by including variables permeability and soil porosity.*

**Key words:** *Raw water, Escherichia coli, Contaminaton, Diarrhea*

Bahaya langsung terhadap kesehatan manusia / masyarakat dapat terjadi akibat mengkonsumsi air yang tercemar atau air dengan kualitas yang buruk, baik secara langsung diminum atau melalui makanan dan akibat penggunaan air yang tercemar untuk berbagai kegiatan sehari-hari. Syarat kesehatan yang harus dipenuhi adalah syarat fisik, kimia, bakteriologis dan radioaktif (Permenkes RI No. 416 Tahun 1990). Secara nasional cakupan penggunaan air bersih mencapai 76,43%, tingkat perlindungan sarana air bersih 57,23%. Dari angka tersebut hanya 51,4% yang memenuhi syarat bakteriologis. Hal ini menyebabkan penyakit diare sebagai salah satu penyakit yang ditularkan melalui air masih menjadi masalah masyarakat (Depkes RI, 2000).

Menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas, 2010), diare menempati urutan kelima dari sepuluh penyakit penyebab kematian di dunia. Masalah yang paling dirasakan di negara-negara berkembang, satu diantaranya yakni empat juta bayi atau anak meninggal setiap tahun akibat diare terutama sebagai akibat air atau makanan yang tercemar.

Kasus diare menduduki peringkat ketiga sebagai penyebab kematian bagi semua umur di Indonesia dan pembunuh balita nomor dua setelah ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) dan diperkirakan setiap tahunnya sekitar 100.000 balita meninggal karena diare. Padahal dengan penyediaan air bersih yang memenuhi syarat dapat mencegah meluasnya penderita penyakit diare sebesar 18% (Aliya, 2006).

Penyakit diare termasuk sepuluh penyakit terbesar yang terjadi di Kota Pekanbaru pada tahun 2015 dengan jumlah 7.051 kasus. Diare merupakan penyakit terbesar kedua yang disebabkan oleh lingkungan dan penyakit yang selalu ada setiap bulannya, sedangkan yang pertama adalah ISPA. Berdasarkan Profil Puskesmas Rawat Inap Sidomulyo Tahun 2015 terdapat 249 kasus penderita diare pada Tahun 2013, Tahun 2014 terdapat 283 kasus dan Tahun 2015 terdapat 289 kasus. Berdasarkan data penyakit diare tersebut, terjadi kenaikan kasus tiap tahunnya dan Kelurahan Sidomulyo Barat mengalami peningkatan kasus diare yang lebih tinggi.

Wilayah kerja Puskesmas Rawat Inap Sidomulyo Kecamatan Tampan terdiri dari Kelurahan Sidomulyo Barat dan Kelurahan Delima. Kelurahan Sidomulyo Barat merupakan kelurahan yang paling padat pemukimannya dan paling banyak penduduknya. Selain itu, masyarakat banyak yang menggunakan sumur gali sebagai air minum, masak, mencuci sayuran, mencuci buah, mencuci peralatan masak dan mencuci tangan.

Kejadian diare dapat dipengaruhi oleh ketersediaan air bersih yang tidak memenuhi persyaratan karena sumur atau bak penampungan air berdekatan dengan kamar mandi dan jamban yang mengakibatkan air tercemar bakteri dan tinja, bakteri yang terdapat dalam tinja adalah bakteri *Escherichia coli* (Sander, 2005). Menurut Primadani, Winda (2012), terdapat hubungan yang signifikan antara identifikasi bakteri *E. coli* pada air bersih dengan kejadian diare diduga akibat infeksi. Sumber air bersih yang mengandung bakteri *E. coli* mengindikasikan bahwa air bersih tersebut telah tercemar oleh tinja manusia dan mengakibatkan kualitas air bersih tidak sesuai dengan peruntukannya sebagai air bersih (Radjak, 2013).

Pencemaran bakteri pada sumber air bersih dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu (1) Kondisi fisik sumur gali, (2) Kedalaman sumur gali yang kedap air, (3) Jarak sumur gali dengan pencemar kurang dari 10 meter, (4) Tinggi bibir sumur gali dan (5) Keadaan lantai sekitar sumur gali (Kusnoputranto, 1997). Sedangkan, hasil studi pendahuluan dari sepuluh responden di Kelurahan Sidomulyo Barat, terdapat 80 %

jarak antara *septic tank* dengan sumur gali kurang dari 10 meter, 80 % kondisi fisik sumur gali tidak baik dan 20 % kedalaman sumur gali yang kedap air.

Masalah yang diteliti dalam penelitian ini adalah apakah jarak *septic tank*, jarak jamban, kondisi fisik sumur dan kedalaman sumur yang kedap air mempengaruhi jumlah bakteri *Escherichia coli* pada sumur gali penderita diare di Kelurahan Sidomulyo Barat Kota Pekanbaru. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh jarak *septic tank*, menganalisis pengaruh jarak jamban, menganalisis pengaruh kondisi fisik sumur dan menganalisis pengaruh kedalaman sumur yang kedap air terhadap jumlah bakteri *E. coli* pada sumur gali penderita diare.

Manfaat penelitian, yaitu (1) Memberikan dan memperluas pengetahuan, serta sebagai bahan masukan penelitian selanjutnya, (2) Memberikan data kepada masyarakat mengenai beberapa faktor yang berpengaruh terhadap jumlah bakteri *E. coli* pada sumur gali di pemukiman tempat tinggalnya, (3) Sebagai bahan informasi bagi pihak instansi yang terkait dalam upaya penyediaan air bersih yang memenuhi syarat kesehatan.

Hipotesis dalam penelitian ini adalah ada pengaruh antara jarak *septic tank* dengan jumlah bakteri *E. coli*, ada pengaruh antara jarak jamban dengan jumlah bakteri *E. coli*, ada pengaruh antara kondisi fisik sumur dengan jumlah bakteri *E. coli* dan ada pengaruh antara kedalaman sumur yang kedap air dengan jumlah bakteri *E. coli* pada sumur gali penderita diare.

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Pada dasarnya air bersih harus memenuhi syarat kualitas yang meliputi syarat fisika, kimia, biologi, dan radioaktif. Syarat fisika air bersih yaitu air tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Syarat kimia air bersih yaitu air tidak mengandung zat-zat kimia yang membahayakan kesehatan manusia. Syarat biologi yaitu air tidak mengandung mikroorganisme atau kuman-kuman penyakit. Sedangkan syarat radioaktif yaitu air tidak mengandung unsur-unsur radioaktif yang dapat membahayakan kesehatan (Permenkes No.416 Tahun 1990).

Kualitas fisik sumur gali yang memenuhi syarat kesehatan bagi penyediaan air bersih adalah sebagai berikut: 1) Apabila letak sumber pencemar lebih tinggi dari sumber air dan diperkirakan air tanah mengalir ke sumur maka jarak minimal sumur terhadap sumber adalah 11 m. Yang termasuk sumber pencemar adalah jamban, air kotor/comberan, tempat pembuangan sampah, kandang ternak dan saluran resapan (Depkes RI, 2005). 2) Lantai harus kedap air dengan lebar minimal 1m dari tepi bibir sumur, tidak retak/bocor, mudah dibersihkan, tidak tergenang air, dan kemiringan 1-5% ke arah saluran pembuangan air limbah agar air bekas dapat mudah mengalir ke saluran air limbah (Sumantri, 2010). 3) Sarana pembuangan air limbah harus kedap air, minimal sepanjang lebih kurang 10 m, tidak menimbulkan genangan dan kemiringan minimal 2 % ke arah pengolahan air buangan (Kusnoputranto, 1997). 4) Dinding sumur minimal sedalam 3 m dari permukaan lantai atau tanah, dibuat dari bahan kedap air dan kuat (tidak muda retak atau longsor) untuk mencegah merembesnya air ke dalam sumur (Sumantri, 2010). 5) Tinggi bibir sumur minimal 80 cm dari lantai, terbuat dari bahan yang kuat dan kedap air untuk mencegah merembesnya air ke dalam sumur. Sebaiknya bibir sumur diberi penutup agar air hujan dan kotoran lainnya tidak dapat masuk ke dalam sumur (Prajawati, 2008). 6) Lantai sumur harus mempunyai luas dan lebar minimal 1 m dari tepi bibir sumur/dinding sumur dengan tebal 10 cm. Untuk kemiringan dibuat sedemikian rupa sehingga air bebas dapat dengan mudah mengalir ke saluran pembuangan air bekas (Kusnoputranto, 1997). 7) Bangunan sumur gali harus dilengkapi dengan sarana untuk mengambil dan menimba air seperti timba dengan gulungan atau pompa tangan supaya pengambilan air dapat higienis (Prajawati, 2008). 8) Jika pengambilan air dengan timba sebaiknya harus selalu digantung dan tidak diletakkan di lantai sumur. Hal ini untuk mencegah pencemaran air melalui timba (Sumantri, 2010).

Air tidak boleh mengandung *coliform*. Air yang mengandung *coli* dianggap telah terkontaminasi dengan kotoran manusia (Sutrisno, 2004). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor. 416 Tahun 1990, persyaratan bakteriologis air bersih adalah

dilihat dari total *coliform* per 100 ml sampel air dengan kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 50 pada bukan air perpipaan dan total *coliform* per 100 ml dengan kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 10 pada air perpipaan. *Coliform* telah lama diakui sebagai indikator bakteriologi yang cocok berkenaan dengan kualitas air karena bakteri ini mudah dideteksi dalam air dan mudah dikualifikasi.

*E. coli* adalah salah satu bakteri yang tergolong koliform dan hidup secara normal dalam kotoran manusia maupun hewan, oleh karena itu disebut juga *Coliform fecal*. *E. coli* adalah grup koliform yang mempunyai sifat dapat memfermentasi lactose dan dapat memproduksi asam dan gas pada suhu 37<sup>0</sup>C maupun suhu 44.5+0.5<sup>0</sup>C dalam waktu 48 jam. Keberadaan *E. coli* dan *fecal coliform* diakibatkan oleh pencemaran tinja, keduanya memiliki risiko lebih besar menjadi patogen dalam air. Bakteri-bakteri yang mencemari air ini memiliki resiko yang langsung dapat dirasakan oleh manusia yang mengonsumsinya (Dirgantara, 2010).

Diare adalah buang air besar (defekasi) dengan jumlah tinja yang lebih banyak dari biasanya (normal 100-200 ml/ jam tinja), dengan tinja berbentuk cairan atau setengah cair dan disertai dengan frekuensi yang meningkat (Depkes, 2000). Penyakit diare sebagian besar (75%) disebabkan oleh kuman seperti virus dan bakteri. Penularan penyakit diare melalui orofekal dengan mekanisme seperti berikut, (1) Pencemaran di rumah terjadi bila tempat penyimpanan tidak tertutup atau apabila tangan yang tercemar menyentuh air pada saat mengambil air dari tempat penyimpanan, (2) Tinja yang sudah terinfeksi mengandung virus atau bakteri dalam jumlah besar. Bila tinja tersebut dihindangi oleh binatang dan hinggap di makanan, maka makanan itu dapat menularkan diare kepada orang yang memakannya (Widoyono, 2008).

Menurut Depkes RI (2009), cara melakukan pencegahan diare yang efektif adalah : 1) Mencuci tangan, kebiasaan yang berhubungan dengan kebersihan perorangan yang penting dalam penularan kuman diare adalah mencuci tangan. Mencuci tangan dapat menurunkan angka kejadian diare sebesar 47%. 2) Menggunakan jamban, keluarga harus buang

air besar di jamban. Yang harus diperhatikan oleh keluarga yaitu, keluarga harus mempunyai jamban yang berfungsi baik dan dapat dipakai oleh seluruh anggota keluarga, bersihkan jamban secara teratur dan gunakan alas kaki bila akan buang air besar. 3) Sumber air juga harus dijaga dari pencemaran oleh hewan dan sumber air terletak < 10 m dari *septic tank*. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya penyakit yang dapat ditularkan melalui air antara lain adalah diare, kolera, disentri, dan lainnya. 4) Pengelolaan sampah sangat penting untuk mencegah penularan penyakit yang penularannya melalui vektor penyakit seperti lalat, tikus, dan lainnya. 5) Air limbah baik limbah pabrik atau limbah rumah tangga harus dikelola dengan baik agar tidak menjadi sumber penularan penyakit.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Sidomulyo Barat Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru dan sampel dianalisa di UPTD Laboratorium Dinas Kesehatan Kota Pekanbaru. Penelitian dilakukan dari bulan April - Oktober 2016.

Alat yang dipergunakan selama penelitian di lapangan, yang terdiri dari botol steril untuk wadah pengambilan sampel air sumur gali, pinset, tali untuk mengambil/menimba air sumur gali dan meteran untuk mengukur jarak jamban dan *septic tank* ke sumur gali. Alat yang dipergunakan untuk pemeriksaan sampel air dilaboratorium, yang terdiri dari : Inkubator 37°C dan 44,5°C, *Inokulum Equipment*, kawat ose, *Petri Disk*, pipet ukur 10 ml; 1 ml, rak tabung reaksi serta tabung durham.

Bahan yang dipergunakan untuk pemeriksaan sampel air dilaboratorium terdiri dari : BGLB (*Brilian Green Lactosa bile Broth*), larutan pengencer, *Lauryl Tryptose Broth* (LTB), reagen *konvacs* dan spiritus.

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan desain potong silang (*cross sectional*). *Survey cross sectional* merupakan suatu penelitian untuk mempelajari dinamika korelasi antara faktor-faktor risiko efek, dengan cara pendekatan, observasi atau pengumpulan data sekaligus pada suatu saat dalam waktu yang bersamaan. Artinya, subjek penelitian ini hanya akan diobservasi

sekali saja dan pengukuran dilakukan pada variabel subjek saat pemeriksaan (Notoatmojo, 2003).

Data primer dalam penelitian ini dikumpulkan dengan cara pemeriksaan langsung, yaitu mengukur kualitas air sumur gali di laboratorium, parameter kualitas air yang diukur adalah parameter bakteriologis. Peneliti juga mengukur jarak antara *septic tank* dan jamban dengan sumur gali menggunakan alat ukur berupa meteran. Untuk mengetahui kondisi fisik sumur dengan cara observasi menggunakan lembar *checklist* yang diadopsi dari Depkes RI Tahun 1995, sedangkan kedalaman sumur yang kedap air menggunakan kuesioner dengan metode wawancara.

Data sekunder dalam penelitian ini meliputi data rekapitulasi sarana air bersih per kecamatan dari profil Dinas Kesehatan Kota Pekanbaru Tahun 2015, cakupan penyakit diare dari Puskesmas Rawat Inap Sidomulyo, Kecamatan Tampan dalam angka serta peta administrasi yang berasal dari Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru Tahun 2014.

Data primer yang didapatkan kemudian digunakan untuk menganalisa berbagai faktor yang berpengaruh terhadap jumlah bakteri *E. coli* pada sumur gali penderita diare di wilayah Kelurahan Sidomulyo Barat secara kuantitatif. Analisa secara kuantitatif dilakukan dengan membandingkan data yang dihasilkan dengan baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. Sedangkan untuk mengetahui kualitas bakteriologis pada 30 sumur gali responden dilakukan uji MPN (*Most Probable Number*).

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh sumur gali penderita diare yang berobat di Puskesmas dan berdomisili di Kelurahan Sidomulyo Barat. Berdasarkan data Laporan Puskesmas Rawat Inap Sidomulyo, angka kesakitan diare pada Bulan Januari – Maret Tahun 2016 di Kelurahan Sidomulyo Barat berjumlah 100 kasus, sehingga didapatkan jumlah populasi sebesar 100 sumur gali penderita diare.

Sampel dalam penelitian ini adalah sumur gali penderita diare yang berobat ke Puskesmas pada bulan Januari – Maret 2016, berdomisili di Kelurahan Sidomulyo Barat, bersedia menjadi responden, terdapat *septic tank*, terdapat jamban

dan menggunakan air sumur gali untuk makan serta minum. Jumlah sampel yang didapatkan sesuai dengan kriteria sebesar 30 responden.

Analisis data dilakukan untuk mengetahui gambaran distribusi frekuensi dengan cara mendeskripsikan tiap-tiap variabel dan melakukan pengolahan data dengan menggunakan SPSS, langkah-langkah manajemen data sebagai berikut :

- 1) Tentukan skor parameter, apabila parameter tidak memenuhi syarat maka beri skor 0, tetapi apabila parameter memenuhi syarat maka beri skor 1.
- 2) Apabila parameter telah diberi skor maka langkah selanjutnya adalah *transform dan compute*.
- 3) Buat nama variabel baru, kemudian buat rumus dengan kategori bila jarak  $\geq 10$  meter maka parameter mempunyai skor 1. Jadi rumusnya adalah  $1 = \text{jarak} \geq 10 \text{ meter}$
- 4) Variabel baru akan muncul dengan isi skor 0 dan 1. Di data view beri value  $0 = \text{jarak} < 10 \text{ meter}$ .
- 5) Untuk mengetahui berapa frekuensi skor 0 dan 1 maka  $> \text{analyze} > \text{descriptive frequency} > \text{frequency}$ .
- 6) Di output akan muncul variabel baru dengan jarak yang tidak memenuhi syarat dan memenuhi syarat.

Selanjutnya dilakukan uji hipotesis antara variabel dependen dengan variabel independen yang menggunakan uji *chi-square* ( $X^2$ ), derajat kemaknaan ( $\alpha$ ) yang digunakan adalah 5%. Jika  $p \text{ value} \leq 0.05$  maka perhitungan secara statistik menunjukkan adanya pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen.

## HASIL

**Kondisi Umum.** Taman Hutan Raya Sultan Kelurahan Sidomulyo Barat merupakan salah satu kelurahan di wilayah Kecamatan Tampan dengan luas wilayah 13,69 km<sup>2</sup>. Curah hujan rata-rata 2.938 mm/tahun. Topografi relatif datar, sebagian bergelombang dengan kemiringan 0 – 2 %. Jenis tanah sebagian besar terdiri atas liat berpasir, bergambut dan podzolik merah kuning. Sumber air bersih rumah tangga berasal dari sumur bor dan sumur gali, tidak ada dari PDAM Tirta Siak.

Kelurahan Sidomulyo Barat terdiri dari 26 RW dan 150 RT. Jumlah penduduk adalah

47.394 jiwa. Tingkat pendidikan penduduk sebagian besar adalah lulus SLTA sebesar 7.817 orang. Sedangkan, sarjana lengkap (S1) sebesar 5.092 orang, sarjana muda (akademi) sebesar 1.715 orang, SLTP sebesar 9.052 orang, SD sebesar 9.440. Tidak / Belum tamat SD sebesar 4.641 dan Tidak / belum pernah sekolah sebesar 9.637 orang.

Responden dalam penelitian ini adalah masyarakat Sidomulyo Barat yang terdata di Puskesmas Rawat Inap Sidomulyo mengalami sakit diare pada bulan Januari dan Maret Tahun 2016

Tabel 1. Distribusi Umur Responden

No.	Usia	Frekuensi	%
1.	Produktif	26	86,6
2.	Non Produktif	4	13,4
Jumlah		30	100

Sumber : Observasi lapangan, 2016

Tabel 1 di atas menjelaskan bahwa dari 2 (dua) klasifikasi umur, berdasarkan data observasi ditarik kesimpulan bahwa 26 dari 30 responden atau 86,6% memiliki umur produktif (15 – 64 tahun).

Tabel 2. Distribusi Pendidikan Responden

No.	Pendidikan	Frekuensi	%
1.	Tidak berpendidikan	2	6,7
2.	Pendidikan dasar	6	20
3.	Pendidikan menengah	18	60
4.	Pendidikan tinggi	4	13,3
Jumlah		30	100

Sumber : Observasi Lapangan, 2016

Tabel 2 di atas menjelaskan bahwa dari 4 (empat) kategori pendidikan berdasarkan data observasi ditarik kesimpulan bahwa 18 dari 30 responden atau 60% berpendidikan menengah (tidak tamat SMA dan tamat SMA).

Tabel 3. Distribusi Pekerjaan Responden

No.	Pekerjaan	Frekuensi	%
1.	Swasta	10	33,3
2.	Pengusaha/pedagang	18	60
3.	Pegawai pemerintah	2	6,7
Jumlah		30	100,0

Sumber : Observasi lapangan, 2016

Tabel 3 menjelaskan bahwa dari 3 (tiga) kategori pekerjaan berdasarkan data observasi ditarik kesimpulan bahwa 18 dari 30 responden

atau 60 % memiliki pekerjaan sebagai pengusaha/pedagang.

**Jumlah bakteri *Escherichia coli*.** Jumlah bakteri *E. coli* pada sumur gali diperoleh dari hasil pengujian laboratorium uji MPN ( *Most Probable Number* ) oleh UPTD Laboratorium Dinas Kesehatan Kota Pekanbaru dengan standar Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990. Kriteria yang digunakan dibagi menjadi dua, yaitu air bersih yang tidak memenuhi syarat dan memenuhi syarat. Dikatakan memenuhi syarat jika terdapat bakteri *E. coli* = 0 per 100 ml air, sedangkan dikatakan tidak memenuhi syarat jika > 0 per 100 ml air. Jumlah bakteri *E. coli* pada sumur gali penderita diare dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Jumlah Bakteri *E. coli*

Jumlah Bakteri <i>E. coli</i>	Jumlah	Persentase
Tidak Memenuhi Syarat	16	53.3
Memenuhi Syarat	14	46.7
	30	100

Sumber : Data lapangan, 2016

Hasil analisis pada Tabel 4 terlihat bahwa dari 30 responden terdapat 16 responden (53,3%) yang memiliki sumur gali dengan jumlah bakteri *E. coli* tidak memenuhi syarat (Permenkes RI No. 416 Tahun 1990). *E. coli* adalah kuman oportunistik yang banyak ditemukan di dalam usus besar manusia sebagai flora normal. Sifatnya unik karena dapat menyebabkan infeksi primer pada usus dan bisa menimbulkan infeksi lain di luar usus (Junaedi, 2008).

Dari hasil uji laboratorium didapatkan 53,3% jumlah bakteri *E. coli* yang tidak memenuhi syarat Permenkes RI No. 416 Tahun 1990 (> 0/100 ml) dan 46,7% yang memenuhi syarat (0/100 ml). Berdasarkan hasil penelitian dari 30 sampel yang diperiksa, jumlah bakteri *E. coli* yang tidak memenuhi syarat berkisar antara 2 - 26 APM/100 ml yang berarti sumur gali tersebut telah tercemar bakteri *E. coli*. Jumlah bakteri *E. coli* dipakai sebagai patokan utama menentukan apakah air bersih memenuhi syarat atau tidak karena bakteri ini relatif sukar dimatikan dengan pemanasan air (Ginting, 2008).

### Jarak *septic tank* dengan sumur gali.

Dalam Penelitian ini, jarak antara *septic tank* dengan sumur gali diklasifikasikan berdasarkan hasil pengukuran jarak. Kriteria yang digunakan berdasarkan peraturan Depkes RI 2009 untuk menentukan jarak yang memenuhi syarat atau tidak memenuhi syarat. Kategori tidak memenuhi syarat dengan jarak < 10 m dan kategori memenuhi syarat dengan jarak  $\geq$  10 m.

Tabel 5. Pengaruh jarak *septic tank*

Jarak <i>Septictank</i>	<i>E. Coli</i>		Total	OR (95% CI)	<i>P Value</i>
	TMS	MS			
< 10 m	13	3	16	15,889	0,003
$\geq$ 10 m	3	11	14	(2,652 - 95,208)	
Total	16	14	30		

Sumber : Data lapangan, 2016

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa dari 16 sumur gali yang jarak *septic tank* < 10 m terdapat 13 sampel jumlah *E. coli* tidak memenuhi syarat. Dari 14 sumur gali yang jarak *septic tank*  $\geq$  10 m terdapat 3 sampel jumlah *E. coli* tidak memenuhi syarat. Dari nilai OR dapat disimpulkan bahwa sumur yang jarak *septic tank* < 10 m mempunyai resiko tercemar bakteri *E. coli* 15,889 kali lebih besar dibandingkan sumur yang jarak *septic tank*  $\geq$  10 m. Hasil uji statistik didapatkan *p value* sebesar 0,003. Artinya bahwa pada tingkat ( $\alpha$ ) 5%, ada pengaruh jarak *septic tank* terhadap jumlah *E. coli* pada sumur gali.

### Jarak jamban dengan sumur gali.

Dalam penelitian ini, jarak antara jamban dengan sumur gali diklasifikasikan berdasarkan hasil pengukuran jarak. Kriteria yang digunakan berdasarkan peraturan Depkes RI 2009 untuk menentukan jarak yang memenuhi syarat atau tidak memenuhi syarat. Kategori tidak memenuhi syarat jika jarak < 10 m dan kategori memenuhi syarat jika jarak  $\geq$  10 m.

Tabel 6. Pengaruh jarak jamban

Jarak Jamban	<i>E. coli</i>		Total	OR (95% CI)	<i>P Value</i>
	TMS	MS			
< 10 m	15	13	28	1.154	1,000
$\geq$ 10 m	1	1	2	(0.065 - 20.342)	
Total	16	14	30		

Sumber : Data lapangan, 2016

Berdasarkan Tabel 6, dapat diketahui bahwa dari 28 sumur gali yang jarak jambannya < 10 m terdapat 15 sampel yang jumlah *E. coli* tidak memenuhi syarat. Dari 2 sumur gali yang jaraknya  $\geq 10$  m terdapat 1 sampel yang jumlah *E. coli* tidak memenuhi syarat. Dari nilai OR dapat disimpulkan bahwa sumur yang jaraknya < 10 m mempunyai resiko tercemar bakteri *E. coli* 1,154 kali lebih besar dibandingkan sumur yang jaraknya  $\geq 10$  m. Sedangkan, hasil uji statistik didapatkan *p value* sebesar 1,000. Artinya bahwa pada tingkat ( $\alpha$ ) 5% tidak ada pengaruh jarak jamban terhadap jumlah *E. coli* pada sumur gali.

**Kondisi fisik sumur gali.** Kondisi fisik sumur gali didapatkan dari hasil observasi dengan menggunakan lembar *checklist* yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan kondisi fisik yang mempengaruhi jumlah bakteri. Kondisi fisik sumur gali dikatakan tidak baik jika memiliki nilai atau skor 6-9. Sedangkan dikatakan baik jika memiliki nilai atau skor 0-5.

Tabel 7. Pengaruh Kondisi Fisik Sumur

Kondisi Fisik	<i>E. coli</i>		Total	OR (95% CI)	<i>P Value</i>
	TMS	MS			
Tidak Baik	11	3	14	8,067	0,014
Baik	5	11	16	(1,538 - 42,318)	
Total	16	14	30		

Sumber : Data lapangan, 2016

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa dari 14 sumur gali yang kondisi fisiknya tidak baik terdapat 11 sampel yang jumlah *E. coli* tidak memenuhi syarat. Dari 16 sumur gali yang kondisi fisiknya baik terdapat 5 sampel yang jumlah *E. coli* tidak memenuhi syarat. Dari nilai OR dapat disimpulkan bahwa sumur yang kondisi fisiknya tidak baik mempunyai resiko tercemar bakteri *E. coli* 8,067 kali lebih besar dibandingkan sumur yang kondisi fisiknya baik. Hasil uji statistik didapatkan *p value* sebesar 0,014. Artinya bahwa pada tingkat ( $\alpha$ ) 5% ada pengaruh kondisi fisik sumur terhadap jumlah *E. coli* pada sumur gali.

#### **Kedalaman sumur gali yang kedap air.**

Hasil penelitian mengenai kedalaman sumur gali yang kedap air diperoleh dengan wawancara menggunakan kuesioner. Dalam penelitian ini, kedalaman sumur gali diklasifikasikan berdasarkan teori dan penelitian terdahulu mengenai kedalaman sumur gali yang

mempengaruhi jumlah bakteri. Kriteria yang digunakan adalah tidak memenuhi syarat jika kedalaman < 3 m dan memenuhi syarat jika kedalaman  $\geq 3$  m (Sumantri, 2010).

Tabel 8. Pengaruh kedalaman kedap air

Kedalaman Sumur Kedap	<i>E. coli</i>		Total	OR (95% CI)	<i>P Value</i>
	TMS	MS			
< 3 m	5	5	10	0,818	1,000
$\geq 3$ m	11	9	20	(0,179 - 3,744)	
Total	16	14	30		

Sumber : Data Lapangan, 2016

Berdasarkan Tabel 8, dapat diketahui bahwa dari 10 sumur responden yang kedalaman kedap air < 3 m terdapat 5 sampel yang jumlah *E. coli* tidak memenuhi syarat. Dari 20 sumur responden yang kedalaman kedap air  $\geq 3$  m terdapat 11 sampel yang jumlah *E. coli* tidak memenuhi syarat. Dari nilai OR dapat disimpulkan bahwa sumur yang kedalaman kedap airnya < 3 m mempunyai resiko tercemar bakteri *E. coli* 0,818 kali lebih besar dibandingkan sumur yang kedalaman kedap airnya  $\geq 3$  m. Hasil uji statistik di dapatkan *p value* sebesar 1,000, artinya bahwa pada tingkat kemaknaan ( $\alpha$ ) 5% tidak ada pengaruh kedalaman sumur yang kedap air terhadap jumlah *E. coli*.

## PEMBAHASAN

**Jumlah bakteri *Escherichia coli*.** *E. coli* adalah salah satu bakteri yang tergolong koliform dan hidup secara normal dalam kotoran manusia maupun hewan, oleh karena itu disebut juga *Coliform fecal*. Berdasarkan hasil penelitian dari 30 sampel yang diperiksa, jumlah bakteri *E. coli* yang tidak memenuhi syarat berkisar antara 2 - 26 APM/100 ml yang berarti sumur gali tersebut telah tercemar bakteri *E. coli*. Jumlah bakteri *E. coli* dipakai sebagai patokan utama menentukan apakah air bersih memenuhi syarat atau tidak karena bakteri ini relatif sukar dimatikan dengan pemanasan air (Ginting, 2008).

Sumur gali yang mengandung *E. coli* menandakan bahwa air sudah tercemar oleh tinja manusia dan saat ini 70% air tanah perkotaan tercemar oleh tinja manusia (Junaedi, 2008). Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah bakteri *E. coli*, yaitu jarak *septic tank*

dengan sumur gali yang kurang dari 10 meter, kondisi *septic tank* yang tidak kedap air dan terletak pada tanah yang memiliki daya serap air yang tinggi sehingga mengakibatkan jumlah bakteri *E. coli* semakin lama akan semakin meningkat (Radjak, 2013).

#### **Jarak *septic tank* dengan sumur gali.**

*Septictank* adalah bak untuk menampung air limbah yang di alirkan dari jamban atau WC (*Water Closed*). Limbah dari *septic tank* sangat mempengaruhi pencemaran terhadap sumber air bersih apabila jarak *septic tank* dekat dengan sumur gali (Nazar, 2010). Bapedalda Kota Pekanbaru dalam status Lingkungan Hidup tahun 2007, menyatakan penyebab terjadinya pencemaran air tanah oleh bakteri *Coliform* terutama bakteri *E. coli* karena sebagian besar penduduk belum mempunyai *septic tank* yang memadai, kedalamannya tidak memenuhi ketentuan yang berlaku, dan letaknya berdekatan dengan sumur gali.

Jarak *septic tank* yang dimaksud adalah jarak terdekat antara *septic tank* dengan sumur gali yang dinyatakan dalam satuan meter. Hasil pengukuran jarak antara sumur gali dengan *septic tank* terdapat 16 responden (53,3%) yang tidak sesuai aturan Depkes RI 2009, yaitu jarak *septic tank* < 10 meter. Dari hasil observasi, jarak antara *septic tank* dengan sumur gali yang tidak memenuhi syarat disebabkan karena luas lahan yang terbatas sehingga jarak antara *septic tank* dengan sumur gali berdekatan dan tidak memenuhi standar. Hal ini didukung oleh Nazar (2010) yang menyatakan luas lahan yang terbatas sangat memungkinkan jarak antara *septic tank* dengan sumur gali yang tidak memenuhi syarat.

Hasil uji statistik dengan menggunakan *chi-square* pada variabel jarak *septic tank* dengan sumur gali terhadap jumlah *E. coli* memiliki *p value* sebesar 0,003. Sehingga pada tingkat kemaknaan ( $\alpha$ ) 5% ada pengaruh jarak *septic tank* terhadap jumlah *E. coli* pada sumur gali. Penelitian ini bertentangan dengan penelitian Radjak (2013), yang menyatakan pengaruh jarak *septic tank* terhadap total bakteri *E. coli* air bersih di desa Moholu tidak signifikan atau pengaruhnya sangat lemah. Kemungkinan jarak *septic tank* yang berdekatan dengan sumur gali tercemar oleh bakteri *E. coli* disebabkan oleh bangunan *septic tank* yang tidak kedap air (Nazar, 2010), dan porositas serta

permeabilitas tanah yang dapat mempengaruhi laju infiltrasi sehingga mempengaruhi penyerapan bakteri (Hardjowigeno, 1987).

#### **Jarak jamban dengan sumur gali.**

Jamban adalah suatu bangunan yang digunakan untuk membuang dan mengumpulkan kotoran manusia dalam suatu tempat tertentu. Sehingga kotoran tersebut dalam suatu tempat dan tidak menjadi penyebab penyakit serta mengotori lingkungan pemukiman. Jarak jamban yang dimaksud adalah jarak terdekat antara jamban dengan sumur gali yang dinyatakan dalam satuan meter. Hasil pengukuran jarak antara jamban dengan sumur gali terdapat 28 responden (93,3%) yang tidak sesuai dengan aturan Depkes RI 2009, yaitu < 10 m.

Hasil uji statistik dengan *chi-square* pada variabel jarak jamban dengan sumur gali terhadap jumlah *E. Coli* memiliki *p value* sebesar 1,000. Maka dapat disimpulkan bahwa pada tingkat kemaknaan ( $\alpha$ ) 5% tidak ada pengaruh jarak jamban terhadap jumlah *E. coli* pada sumur gali. Penelitian ini sejalan dengan Marsono (2009) yang menyatakan tidak adanya hubungan jarak jamban dengan kandungan bakteri pada sumur gali. Kemungkinan terjadinya pencemaran bakteri *E. coli* disebabkan oleh variabel porositas dan permeabilitas tanah, karena makin besar porositas dan permeabilitas tanah maka makin besar kemampuan untuk melewati air (Kusnoputranto, 1997).

**Kondisi fisik sumur gali.** Kondisi fisik sumur gali adalah konstruksi bangunan dan sarana yang mendukung sanitasi sumber air bersih (Marsono, 2009). Kondisi memenuhi syarat dapat dilihat dari jarak terhadap sumber pencemar dan konstruksinya (Prajawati, 2008). Kondisi fisik sumur gali didapatkan dari hasil observasi berdasarkan Depkes RI 1995 yang dilihat dari jarak sumur gali terhadap sumber pencemar serta konstruksi sumur gali.

Kondisi fisik sumur gali dari 30 responden, terdapat 14 responden (46,7%) yang memiliki kondisi fisik sumur gali tidak baik. Berdasarkan observasi, responden kurang memperhatikan dan memelihara kondisi fisik sumur gali yang digunakan sehari-hari. Dari 30 responden yang di teliti, didapatkan kondisi fisik sumur gali yang memiliki dinding bibir tidak kedap air sebesar 16 (53,3%) dan lantai sumber air bersih yang tidak kedap air sebesar

15 (50%). Hal ini di dukung oleh Hasnawi (2012), yang menyatakan bahwa sumur gali yang tidak kedap air mudah mengalami kontaminasi.

Berdasarkan uji statistik dengan menggunakan *chi-square* pada variabel kondisi fisik sumur gali terhadap jumlah *E. coli* didapatkan *p value* sebesar 0,014. Berarti pada tingkat kemaknaan ( $\alpha$ ) 5% ada pengaruh kondisi fisik sumur terhadap jumlah *E. coli* pada sumur gali. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Nining (2007), konstruksi sumur gali yang paling memberikan pengaruh signifikan terhadap kandungan bakteriologis air. Menurut Hasnawi (2012), adanya pengaruh konstruksi sumur gali ditinjau dari lokasi (jarak antara sumur gali dengan sumber pencemar  $\geq 10$  m) terhadap kandungan bakteri *E. coli* pada sumur gali.

Penelitian Prajawati (2008) menunjukkan bahwa kualitas mikrobiologis air bersih berhubungan secara signifikan dengan parameter keadaan sumur gali, yaitu lokasi dan konstruksi. Penelitian ini bertentangan dengan penelitian dari Radjak (2013), hasil analisis statistik konstruksi dinding, bibir, lantai, dan saluran pembuangan air limbah (SPAL) sumur di Desa Dopalak terbukti tidak adanya pengaruh terhadap kandungan bakteri *E. coli*.

Bangunan sumur gali yang tidak memenuhi standar akan mempermudah bakteri meresap dan masuk ke dalam sumur gali tersebut (Kusnoputranto, 1997). Kondisi fisik sumur gali yang tidak memenuhi standar kesehatan dapat menjadi sumber pencemaran karena air yang sudah tercampur dengan bakteri atau sumber pencemaran lain dapat merembes melalui pori-pori dinding, bibir dan bagian sumur gali yang tidak kedap air sehingga masuk ke dalam sumur gali serta menyebabkan pencemaran (Radjak, 2013).

#### **Kedalaman sumur gali yang kedap air.**

Kedalaman sumur gali yang kedap air adalah kedalaman permukaan air tanah yang kedap air atau dilapisi dengan pembatas sehingga air tidak merembes ke tanah. Kedalaman air tanah akan berpengaruh pada penyebaran bakteri secara vertikal. Pencemaran tanah oleh bakteri secara vertikal dapat mencapai kedalam 3 meter dari permukaan tanah (Kusnoputranto, 1997). Air bersih sampai kedalaman 3 meter diperkirakan masih mengandung bakteri. Oleh karena itu,

dinding dalam yang melapisi sumur gali sebaiknya dibuat kedap air sampai dengan 3 meter (Sumantri, 2010). Dinding sumur kedap air berperan sebagai penahan agar permukaan yang meresap ke dalam sumur telah melewati lapisan tanah sehingga mikroba yang mungkin ada didalamnya telah tersaring (Kusnoputranto, 1997).

Pada penelitian ini terdapat 10 responden (33,3%) memiliki sumur gali dengan kedalaman kedap air  $< 3$  m. Dari hasil wawancara, terdapat juga sumur gali yang menggunakan pompa listrik dan kedalaman sumurnya berkisar antara 6 – 12 m. Sumur gali yang kedalaman kedap airnya kurang dari 3 m dapat memperbesar kemungkinan terkontaminasinya sumber air bersih sehingga akan mengakibatkan penurunan kualitas air dan pada akhirnya dapat mempengaruhi tingkat kesehatan pemakai (Hasnawi, 2012).

Hasil uji statistik dengan menggunakan uji *chi-square* didapatkan *p value* sebesar 1,000, artinya bahwa pada tingkat kemaknaan ( $\alpha$ ) 5% tidak ada pengaruh kedalaman sumur yang kedap air terhadap jumlah *E. coli*. Penelitian sejalan dengan yang dilakukan Hasnawi (2012), setelah dilakukan uji statistik dengan tingkat kemaknaan ( $\alpha$ ) 5% di dapatkan *p value* sebesar 1,000 yang berarti bahwa tidak ada pengaruh kedalaman sumur yang kedap air dengan kandungan bakteri *E. coli* pada sumur.

Kemungkinan tidak berpegaruhnya kedalaman sumur gali yang kedap air terhadap jumlah *E. coli* salah satunya disebabkan oleh penggunaan mesin pompa listrik karena air dari dalam sumur langsung di alirkan ke rumah warga sehingga menyebabkan aktifitas disekitar sumur berkurang sehingga kemungkinan kontaminasi dari sumur berkurang.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut, (1) Jarak *septic tank* dengan sumur gali responden banyak yang tidak memenuhi syarat dan berdasarkan uji statistik didapatkan bahwa ada pengaruh jarak *septic tank* dengan jumlah bakteri *E. coli*, (2) Jarak jamban responden dengan sumur gali banyak yang tidak memenuhi syarat, tetapi berdasarkan uji statistik didapatkan bahwa tidak ada pengaruh jarak jamban dengan jumlah

bakteri *E. coli*, (3) Kondisi fisik sumur gali responden banyak yang tidak baik dan berdasarkan uji statistik didapatkan bahwa ada pengaruh kondisi fisik sumur dengan jumlah bakteri *E. coli*, (4) Kedalaman sumur gali kedap air responden masih ada < 3 meter, tetapi berdasarkan uji statistik di dapatkan bahwa tidak ada pengaruh kedalaman kedap air dengan jumlah bakteri *E. coli*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada masyarakat Kelurahan Sidomulyo barat dan semua pihak yang membantu dalam melaksanakan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aliya, D.R.2006. Mengenal Teknik Penjernihan Air. Semarang: Aneka Ilmu.
- Bapeldada Kota Pekanbaru. 2007. Laporan Pendataan Usaha atau Kegiatan Industri yang Memanfaatkan Air Bawah Tanah di Kota Pekanbaru. Pekanbaru
- Chandra, Dr. Budiman. 2007. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.
- Depkes RI, 1995. Pedoman Teknis Pelaksanaan Program Penyehatan Lingkungan Pemukiman. Jakarta: Ditjen PPM & PLP.
- Depkes RI, 2000. Buku Pedoman Pelaksanaan Program D2 Diare. Jakarta: Depkes RI.
- Depkes RI, 2005. Pedoman Pemberantasan Penyakit Diare. Jakarta: Dirjen PPM dan PL.
- Depkes RI, 2009. Buku Pedoman Pemberantasan Penyakit Diare. Jakarta: Dirjen PPM dan PL.
- Dinas Kesehatan Kota Pekanbaru. 2015. Profil Dinas Kesehatan Kota Pekanbaru 2015.
- Dirgantara, P 2010. Bakteri Koliform yang Bersifat Anaerob, Jakarta
- Ginting, Rina Mutiara. 2008. Hubungan Tingkat resiko Pencemaran Terhadap Kualitas Air Sumur Gali di Kelurahan Martubung Kecamatan Medan Labuhan Tahun 2006. (Skripsi) Universitas Sumatera Utara.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Hasnawi, Heriyani. 2012. Pengaruh Konstruksi Sumur terhadap Kandungan Bakteri Escherichia Coli Pada Air Sumur Gali di Desa Dopalak Kecamatan Paleleh Kabupaten Buol. (Skripsi) Universitas Negeri Gorontalo.
- Junaedi, D, 2008. Buang Tinja Urusan Pribadi Masalah Bersama, diakses dari <http://kriiyamedia.blogspot.com> pada tanggal 18 Maret 2016.
- Kusnoputranto, H. 1997. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Marsono. 2009. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali di Permukiman. Tesis : Universitas Diponegoro.
- Nazar, Herma, dkk. 2010. Kebijakan Pengendalian Pencemaran Sumber Air Bersih Perumahan Sederhana di Kota Pekanbaru. Journal of Environment Science, Vol (1), No. 4. 2010: 1-8.
- Nining. 2007. Pengaruh Kondisi Lingkungan terhadap Kandungan bakteriologis Air Sumur Gali di desa Manjung, Kecamatan Ngawen, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. (Tesis).
- Notoatmodjo. S, 2003. Ilmu Kesehatan Masyarakat Prinsip-Prinsip Dasar. Jakarta: Rineka Cipta.
- Permenkes RI No. 416 Tahun 1990, Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air, Jakarta.
- Prajawati, R. 2008. Hubungan Konstruksi dengan Kualitas Mikrobiologi Air Sumur Gali. Ruwa Jurai Vol 2.
- Primadani, Winda. Hubungan Sanitasi Lingkungan dengan Kejadian Diare diduga Akibat Infeksi di Desa Gondosuli Kecamatan Bulu. Jurnal Kesehatan Masyarakat, Vol. 1, No. 2, Tahun 2012: 535-541.
- Puskesmas Rawat Inap Sidomulyo. 2015. Profil Kesehatan Puskesmas Rawat Inap Sidomulyo 2015. Pekanbaru.
- Puskesmas Rawat Inap Sidomulyo. 2016. Laporan Bulanan 2016. Pekanbaru.
- Radjak, Nurmala Ferbiyanti. 2013. Pengaruh Jarak *Septic Tank* dan Kondisi Fisik Sumur terhadap Keberadaan Bakteri

- Escherichia coli (Skripsi) Universitas Negeri Gorontalo.
- Riskesdas, 2010. Kesehatan Lingkungan dan Sanitasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kemenkes RI. Jakarta.
- Sander, M. A. 2005. Hubungan Faktor Sosio Budaya dengan Kejadian Diare di Desa Candinegoro Kecamatan Wonoayu Sidoarjo. *Jurnal Medika*, Vol. 2 (2): 164-193.
- Sumantri, Arif. 2010. Kesehatan Lingkungan dan Perspektif Islam. Jakarta: Prenada Media.
- Sutrisno, T. 2004. Teknologi Penyediaan Air Bersih. Jakarta: Rineka Cipta.
- Widoyono. 2008. Penyakit Tropis: Epidemiologi, Penularan, Pencegahan dan Pemberantasannya. Jakarta: Erlangga.