

**KAITAN PENCEMARAN BAKTERI COLIFORM DAN BAKTERI E-COLI
PADA AIR SUMUR PENDUDUK DENGAN KEPADATAN PERMUKIMAN
DI KECAMATAN JEBRES KOTA SURAKARTA TAHUN 2012**



JURNAL

Oleh :

NING SRI UTAMI

K5408081

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2012**

**KAITAN PENCEMARAN BAKTERI COLIFORM DAN E-COLI
PADA AIR SUMUR PENDUDUK DENGAN KEPADATAN
PERMUKIMAN DI KECAMATAN JEBRES KOTA
SURAKARTA TAHUN 2012**

*(The pollution influence of coliform bacteria and e-coli bacteria in wells water toward
population density of settlement in the district of Surakarta Jebres 2012)*

Ning Sri Utami^{1,*}, Chatarina Muryani² dan Danang Endarto²

¹Program Pendidikan Geografi PIPS, FKIP, UNS Surakarta, Indonesia

²Dosen Program Pendidikan Geografi PIPS, FKIP, UNS Surakarta, Indonesia

*Keperluan korespondensi, HP : 087736199404, e-mail miy_tha@rocketmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study were to: (1) know variations of total Pollution of Coliform and E-Coli in groundwater population in Jebres District, (2) know the feasibility of the water Pollution of Coliform and E-Coli in District Jebres, (3) Know the Pollution of the link Coliform and E-Coli with residential density in District Jebres. The method used is descriptive kualitatif. The research variables are factors that influence the potential, and causes pollution Coliform and E-Coli that include population density, housing density, distance pollutant sources and shallow groundwater flow patterns advance. Data collection techniques used include: interpretation of IKONOS imagery, field observations, and document analysis. The data analysis technique used is laboratory test match Coliform and E-Coli with water quality standards according to the decrees. No. LH. 115 in 2003 and the Minister of Health No. 492/MENKES/Per/IV/2010. The results obtained are (1) The results of the research note Coliform bacteria contamination is divided into three classifications namely light blackened (samples 6th, 7th and 17th), blackened medium (samples 2nd, 5th, and 15th) and blackened heavy (samples 1st, 3rd, 4th, 8th, 9th, 10th, 11st, 12nd, 13rd, 14th, and 16th). E-Coli Bacteria are divided into 3 levels of contamination are lightly blackened (samples 6th, 7th and 17th), blackened medium (samples 1st, 2nd, 5th, and 15th) and blackened heavy (sample 3rd, 8th, 9th, 10th, 11st, 12nd, 13rd, 14th, and 16th). (2) Based on the results of laboratory tests obtained 16th samples and 1st sample taps groundwater contaminated with Coliform and E-Coli between 3-2400 / 100 ml. (3) the results of the research show the dense polluted Coliform bacteria and E-coli 2400/100ml average, somewhat dense settlements contaminated with bacteria Coliform and E-Coli average 100/100ml, and dense settlements not contaminated with bacteria Coliform and E-coli average of 3/100 ml.

The conclusions obtained are: (1) Variations of Coliform bacteria contamination and bacteria E-Coli in District Jebres divided into three classes, namely blackened mild, moderate and blackened blackened heavy (2) Most of the groundwater in the District Jebres is that water unfit for consumption. (3) District Jebres classified as relatively densely populated areas contaminated with Coliform and E-Coli areas classified as high and not as dense settlements are relatively polluted Coliform and E-Coli with a low amount.

Key Word: Wells Water, Coliform, E-Coli, Residential Density

PENDAHULUAN

Dalam penyediaan air minum harus memenuhi syarat-syarat sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/MENKES/Per/IV/2010. Untuk mencapai standar kualitas yang ada, air baku harus diproses dan diolah sesuai karakteristik air tersebut. Pada daerah pegunungan air baku diperoleh dari mata air, untuk daerah pedesaan biasanya menggunakan air sumur/air tanah yang kualitasnya masih memenuhi standar, sedangkan untuk daerah berpenduduk padat dan kurang tersedianya sumber air bersih dari alam maka air yang bisa diperoleh masyarakat di daerah perkotaan adalah air dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), kebutuhan akan air konsumsi hendaknya memiliki syarat secara umum tidak berasa, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak mengandung logam berat

Menurut ketentuan WHO (*World Health Organization*) dan APHA (*American Public Health Association*), kualitas air ditentukan oleh kehadiran dan jumlah bakteri didalamnya. terdapat beberapa jenis bakteri yang hidup di dalam air yaitu bakteri *Coliform* dan *E-Coli*. *Coliform* merupakan bakteri fecal yang berasal dari sisa hewan atau tumbuhan yang sudah mati termasuk juga manusia, *E-Coli* adalah bakteri komensial pada usus manusia dan umumnya bukan patogen penyebab penyakit, namun apabila di dalam air tersebut terkontaminasi oleh bakteri *E-Coli* yang bersifat fecal jika dikonsumsi terus-menerus dalam jangka panjang akan berdampak pada timbulnya penyakit seperti radang usus, diare, infeksi pada saluran kemih dan empedu. Jenis bakteri terakhir adalah bakteri *Colitinja* yaitu bakteri yang berasal dari kotoran tinja hewan ataupun manusia.

Kemunculan bakteri disebabkan oleh masuknya tinja, kotoran hewan, sampah, air kencing, dahak, ekskresi luka, dan sebagainya, ke dalam badan air atau adakalanya pencemar yang masuk ke dalam air tidak disengaja, seperti masuknya kembali air buangan kedalam sumur, adanya pipa air yang bocor yang menyebabkan hubungan pipa air yang bersih dengan air riul (*Suriawiria, 2008:65*)

Selama kurun waktu 8 bulan pada tahun 2011 dalam pengujian secara berkala setiap 1 bulan oleh sebuah Puskesmas di Kelurahan Purwodiningratan Kecamatan Jebres, menghasilkan sampel air sumur positif tercemar bakteri *E-Coli*. Tercemarnya air sumur oleh bakteri *E-Coli* setelah di telaah mendalam di

sebabkan oleh diapitnya sumur oleh dua *septic tank*. (Solopos. 2011:I), hal tersebut diperparah bahwa Kelurahan Purwodiningratan memiliki topografi landai dan berada pada klasifikasi kepadatan permukiman yang tinggi, sehingga akan mempermudah dalam penularan penyakit. Dari hal tersebut sangat menarik untuk diteliti lebih mendalam kelayakan air sumur di seluruh wilayah Kecamatan Jebres dengan berbagai kondisi fisiografinya.

Kecamatan Jebres merupakan bagian dari wilayah administratif Kota Surakarta yang terdiri dari 11 kelurahan dengan luas wilayah 12,60 km², dilihat dari segi sosial kependudukan Kecamatan Jebres memiliki kepadatan penduduk paling bervariasi diantara kelima Kecamatan di Surakarta. Kecamatan Jebres memiliki kepadatan sangat bervariasi, mengingat bahwa di Kecamatan terdapat beberapa sarana penunjang seperti kompleks perguruan tinggi (UNS dan ISI), pasar, dan area perindustrian, dengan adanya fasilitas penunjang akan menarik masyarakat untuk bermukim. Sejalan dengan peningkatan kegiatan penduduk baik dalam hal Industri dan permukiman mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan terutama kualitas air.

Kehadiran mikroba patogen di dalam air buangan, merupakan salah satu contoh interaksi dua prinsip, yaitu bahwa populasi patogen di dalam buangan yang justru paling tinggi nilai toleransinya kalau dibandingkan dengan jenis lain non patogen. Karena bakteri pada umumnya terdapat di dalam feces, kehadirannya di dalam makanan dan minuman di jadikan indek pencemaran yang paling rentan terhadap proses penyebaran penyakit. Bakteri merupakan organisme berukuran mikroskopis yang artinya, manusia tidak mampu melihat keberadaan organisme tersebut tanpa menggunakan alat bantu, dengan keberadaannya yang tidak tampak mata sangat membahayakan manusia untuk menghindari kemungkinan terburuk diperlukan penelitian lebih mendalam untuk menguji sampel air sumur. Adanya organisme yang bercampur air minum secara estetika, kebersihan, sanitasi maupun kemungkinan terjadi infeksi yang berbahaya tidak akan dikehendaki karena pada akhirnya merugikan manusia.

Tujuan penelitian ini (1) Mengetahui variasi total pencemaran *Coliform* dan *E-Coli* pada air sumur penduduk di Kecamatan Jebres. (2) Mengetahui

kualitas air sumur untuk kelayakan air minum dari pencemaran *Coliform* dan *E-Coli* di Kecamatan Jebres, (3) Mengetahui hubungan antara tingkat pencemaran *Coliform* dan *E-Coli* dengan kepadatan pemukiman di Kecamatan Jebres.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode diskriptif kualitatif yang bermaksud menggali pemecahan masalah dengan pendekatan kelingkungan yaitu interaksi antara organisme hidup dengan lingkungan. Interaksi organisme hidup yaitu keterkaitan pencemaran *Coliform* dan *E-Coli* pada air sumur dengan kepadatan permukiman. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi lapangan, analisis laboratorium, dan analisis dokumentasi. Analisis laboratorium dilakukan dengan pengambilan sampel airtanah sebanyak 17 titik yaitu 16 sampel airtanah dan 1 sampel PDAM. Teknik analisis variasi pencemaran bakteri *Coliform* dan *E-Coli* digunakan *KepMen LH No. 115 Tahun 2003* tentang status pencemaran air, untuk mengetahui kelayakan air sumur digunakan peraturan menteri kesehatan *No 492/MENKES/Per/IV/2010* tentang standar baku mutu air minum, sedangkan untuk menganalisis kaitan pencemaran *Coliform* dan *E-Coli* dengan kepadatan permukiman digunakan tabulasi silang.

Observasi lapangan dilakukan dengan mengamati beberapa hal yaitu analisis pola aliran airtanah dan jarak sumber pencemar dengan keberadaan sumber air, dalam analisis pola aliran airtanah menggunakan metode *Three Point Problem* sehingga diketahui ketinggian muka air tanah, setelah diketahui ketinggian muka airtanah dilakukan pengukuran yang menunjukkan arah sudut dengan metode Bearing. Dalam menganalisis jarak sumber pencemar diukur menggunakan ketetapan standar sanitasi lingkungan yaitu jarak kurang dari 10 meter dari sumber air termasuk dari kategori buruk.

Dugaan adanya kaitan pencemaran bakteri *Coliform* dan bakteri *E-Coli* dengan kepadatan permukiman di asumsikan pada daerah permukiman padat akan tercemar bakteri sedangkan daerah pada permukiman tidak padat tidak tercemar bakteri *Coliform* dan bakteri *E-Coli*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adanya arah aliran air tanah terjadi karena adanya perbedaan (head) muka air tanah (Harto, 1993:273), sehingga air sumur akan bergerak secara horizontal. Gerak horizontal ditentukan oleh formasi geologi daerah dan kemiringan lapisan batuan, akibat gerak horizontal inilah maka terjadi arah aliran air tanah dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Arah aliran air tanah dapat ditentukan dengan menggunakan metode *Three point Problem*, yaitu menarik garis tegak lurus terhadap kontur air tanah yang terbentuk dari interpolasi tiga titik elevasi muka air tanah dangkal (Tood 1989 : 96. dalam Sri Martini 2007)

Arah aliran daerah penelitian mempunyai pola menyebar dan mengumpul tidak teratur menuju elevasi muka air tanah yang lebih rendah. Keadaan tersebut lebih dikarenakan gerakan horizontal air tanah, hal tersebut ditunjang dengan kondisi fisiografi daerah penelitian yang memiliki kemiringan lereng sebesar 40% di bagian tengah dan kemiringan yang hampir sama di wilayah sekitarnya yaitu sebesar 18% sehingga kecenderungan air tanah yang sebelumnya bergerak cepat menjadi melambat. Gerakan air tanah yang semakin lambat tersebut sangat berpengaruh terhadap kesehatan apabila terlalu dekat dengan sumber pencemar. Berikut ini akan di sajikan tabel kepadatan permukiman

Tabel Klasifikasi Kepadatan Pemukiman

No. Blok	Luas Blok (m ²)	Jumlah Luas Rumah (m ²)	Kepadatan	Persentase (%)	Kelas Kepadatan
Blok 8	1886162	67542	0,035	6,54	Tidak Padat
Blok 9	1443661	42823	0,029		
Blok 5	666939	61210	0,091	27,54	Agak Padat
Blok 6	1074518	91707	0,085		
Blok 7	1246993	119208	0,095		
Blok 1	1972828	270701	0,13	65,15	Padat
Blok 3	177137	25623	0,14		
Blok 2	803879	159510	0,19		
Blok 4	3277012	540397,13	0,16		

Klasifikasi permukiman tidak padat sebanyak 6 %, lebih mendominasi di Kelurahan Mojosongo dan Kelurahan Jebres, di Kelurahan Mojosongo sendiri termasuk kategori permukiman tidak padat karena sebagian besar penggunaan lahan masih berupa sawah, semak dan tegalan. Sedangkan di Kelurahan Jebres

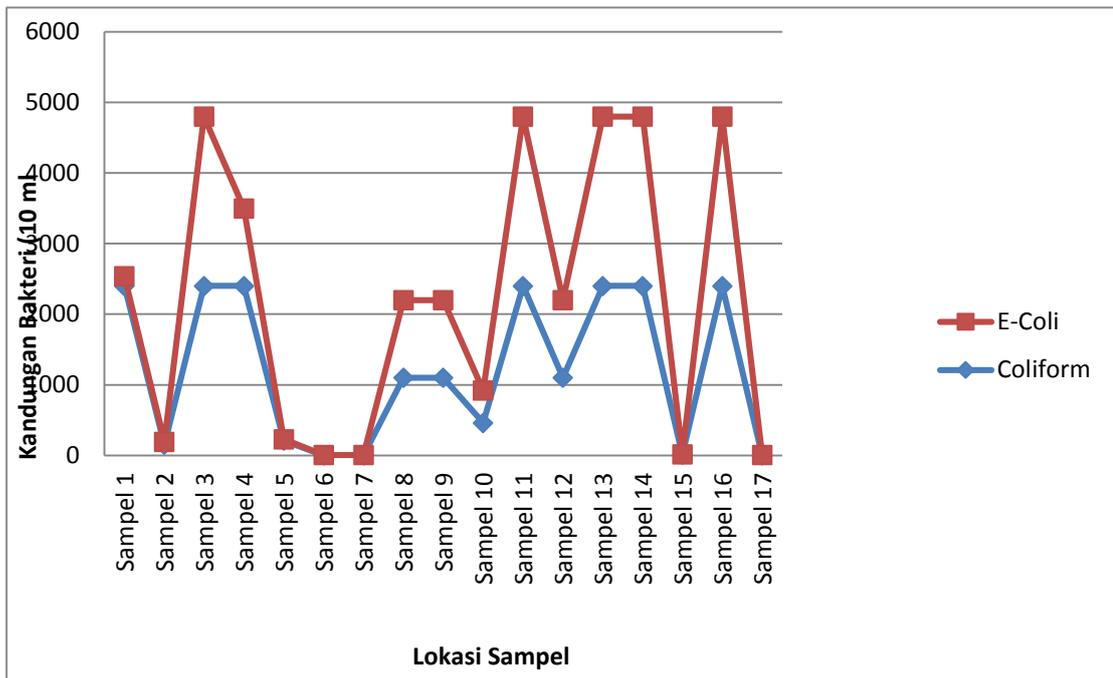
memiliki dominasi penggunaan lahan berupa semak dan lahan terbangun untuk perguruan tinggi sehingga tidak dimasukkan dalam kategori permukiman. Klasifikasi permukiman tidak padat juga mendominasi di sepanjang jalan lokal.

Tingkat kepadatan permukiman 27,54 % di Kecamatan Jebres termasuk dalam klasifikasi permukiman agak padat dengan cakupan wilayah di sebagian Kelurahan Pucang Sawit dan di sepanjang jalan arteri yang menghubungkan Kelurahan Sewu, Kelurahan Gandegan, dan Kelurahan Sudiroprajan. Fenomena pengelompokan permukiman agak padat tersebut terjadi karena adanya ruko dan pertokoan di kanan dan kiri jalan yang diselingi permukiman penduduk. Permukiman agak padat tampak juga di sebagian kecil Kelurahan Jebres meliputi Kaplingan, Gulon, Ngoresan, Kentingan, dan Panggungrejo. Klasifikasi kepadatan permukiman padat sebanyak 65,15 % terdapat di Kelurahan seluruh Kepatihan Kulon, sebagian besar Kelurahan Jagalan, Kelurahan Mojosongo, Kelurahan Gandekan, dan sisanya tersebar merata di setiap Kelurahan. Adapun berikut ini merupakan tabel pencemaran bakteri *Coliform* dan *E-Coli* sebagai berikut :

Tabel Pencemaran *Coliform* dan *E-Coli* Air Sumur Kecamatan Jebres 2012

Sam pel	Lokasi	<i>Coliform</i> /100 ml	<i>E-Coli</i> /100 ml	Kelayakan
1	Busukan	2400	139	Tidak Layak
2	Jatirejo	150	43	Tidak Layak
3	Sibela	2400	2400	Tidak Layak
4	Malabar	2400	1100	Tidak Layak
5	Ngemplak	210	20	Tidak Layak
6	Sabrang Kidul	3	3	Layak
7	Kedung Tungkul	3	3	Layak
8	Debegan	1100	1100	Tidak Layak
9	Kaplingan	1100	1100	Tidak Layak
10	Ngasinan	460	460	Tidak Layak
11	Rejosari	2400	2400	Tidak Layak
12	Badran	1100	1100	Tidak Layak
13	Kedung Kopi	2400	2400	Tidak Layak
14	Jagalan	2400	2400	Tidak Layak
15	Sidomulyo	10	7,3	Tidak Layak
16	Saman	2400	2400	Tidak Layak
17	Pantisari (PDAM)	3	3	Layak

Berdasarkan Tabel 3. Total Pencemaran *Coliform* dan *E-Coli* di Kecamatan Jebres tahun 2012, maka dapat disajikan grafik Grafik Persebaran Persebaran Total *Coliform* dan *E-Coli* Kecamatan Jebres tahun 2012 berikut ini



Grafik Persebaran Persebaran Total *Coliform* dan *E-Coli*
Kecamatan Jebres tahun 2012

Berdasarkan hasil pengujian sampel air sumur di Kecamatan Jebres menunjukkan bahwa kualitas air sumur yang memenuhi syarat baik digunakan untuk air minum berada pada sampel 7 dan sampel 6,. Sisa dari sampel air sumur tidak memenuhi syarat sebagai air bersih ataupun air minum menurut *MenKes No 492/MENKES/Per/IV/2010* karena teridentifikasi tercemar bakteri *Coliform* dan *E-Coli*. Adapun kaitan antara tingkat pencemaran bakteri *Coliform* dan *E-Coli* dengan kepadatan permukiman pada tabel berikut :

Tabel Status Pencemaran Bakteri *Coliform* dan Kepadatan Permukiman
Kecamatan Jebres Tahun 2012

Pencemaran Coliform Kepadatan Permukiman	Cemar Ringan		Cemar Sedang		Cemar Berat	
	Frekuensi	%	Frekuensi	%	Frekuensi	%
Tidak Padat	2	12,5	2	12,5		
Agak Padat			1	5,5	4	25
Padat					7	43,7

Tabel Status Pencemaran Bakteri *E-Coli* dan Kepadatan Permukiman
Kecamatan Jebres Tahun 2012

Kepadatan Permukiman \ Pencemaran E-Coli	Cemar Ringan		Cemar Sedang		Cemar Berat	
	Frekuensi	%	Frekuensi	%	Frekuensi	%
Tidak Padat	2	12,5	1	5,5	1	5,5
Agak Padat			2	12,5	3	18,7
Padat					7	43,7

Sumber : Analisis Data

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang penentuan status mutu air minum, diketahui status pencemaran bakteri *Coliform* terbagi menjadi 3 klasifikasi yaitu cemaran ringan (sampel 6,7 dan 17), cemaran sedang (sampel 2, 5, dan 15) dan cemaran berat (sampel 1, 3, 4, 8, 9, 10th, 11, 12, 13, 14, dan 16). Bakteri *E-Coli* juga terbagi menjadi 3 tingkat pencemaran yaitu cemaran ringan (sampel 6, 7 dan 17), cemaran sedang (sampel 1, 2, 5, dan 15) dan cemaran berat (sampel 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, dan 16). Berikut ini akan disajikan tabel kelayakan air sumur dan status pencemaran bakteri *Coliform* dan *E-Coli* dengan kepadatan permukiman

Tabel Kelayakan Air Tanah dan Status Pencemaran
Bakteri *Coliform* dan Bakteri *E-Coli* dengan Kepadatan Permukiman

No	Lokasi Sampel	Klasifikasi Kepadatan	Kelayakan Air Sumur		Status Pencemaran	
			<i>Coliform</i>	<i>E-Coli</i>	<i>Coliform</i>	<i>E-Coli</i>
1	Jalan Sibela	Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Berat	Cemaran Berat
2	Debegan	Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Berat	Cemaran Berat
3	Ngasinan	Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Berat	Cemaran Berat
4	Rejosari	Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Berat	Cemaran Berat
5	Kedung Kopi	Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Berat	Cemaran Berat
6	Jagalan	Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Berat	Cemaran Berat
7	Saman	Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Berat	Cemaran Berat
8	Pantisari (PDAM)	Padat	Layak	Layak	Cemaran Ringan	Cemaran Ringan
9	Busukan	Agak Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Berat	Cemaran Sedang
10	Malabar	Agak Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Berat	Cemaran Berat
11	Kaplingan	Agak Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Berat	Cemaran Berat
12	Badran	Agak Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Berat	Cemaran Berat
13	Sidomulyo	Agak Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Sedang	Cemaran Sedang
14	Jatirejo	Tidak Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Sedang	Cemaran Sedang
15	Ngemplak	Tidak Padat	Tidak Layak	Tidak Layak	Cemaran Sedang	Cemaran Sedang
16	Sabrang Kidul	Tidak Padat	Layak	Layak	Cemaran Ringan	Cemaran Ringan
17	Kedung Tungkul	Tidak Padat	Layak	Layak	Cemaran Ringan	Cemaran Ringan

Setelah dilakukan analisis hasil uji sampel, pembahasan kepadatan permukiman serta analisis pola aliran yang telah diuraikan maka dapat diketahui bahwa variasi total pencemaran bakteri *coliform* dan *E-Coli* dengan tingkat kepadatan permukiman yang terbagi menjadi 3 kategori pencemaran yaitu cemar ringan, cemar sedang, dan cemar berat. Semakin padat permukiman maka relatif semakin banyak bakteri yang terkontaminasi dalam badan air, hal tersebut terbukti pada keberadaan sampel 6 dan sampel 7 yang layak dikonsumsi, kedua sampel tersebut menurut hasil perhitungan kepadatan termasuk dalam permukiman tidak padat, sedangkan sisa sampel sebanyak 14 sampel berada di permukiman padat dan agak padat hasilnya tidak layak dikonsumsi karena mengandung bakteri *Coliform* dan bakteri *E-Coli*.

Berdasarkan hasil tabulasi pencemaran bakteri *Coliform* dan bakteri *E-Coli* dengan kepadatan permukiman, dapat diketahui bahwa daerah yang tercemar bakteri *Coliform* dan *E-Coli* ringan merupakan daerah yang memiliki kepadatan rendah, sedangkan daerah yang tercemar berat bakteri *Coliform* dan bakteri *E-Coli* merupakan daerah yang memiliki kepadatan tinggi. Semakin tinggi tingkat kepadatan permukiman akan relatif mempengaruhi kelayakan airtanah, meskipun terdapat faktor lain seperti pola aliran yang menentukan arah aliran muka airtanah, lebar bibir sumur, dan tidak tertutupnya sumur dan parameter sanitasi lainnya. Namun, faktor kepadatan permukiman yang berdampak penyempitan lahan untuk pengelolaan limbah rumah tangga merupakan faktor paling utama mengingat bahwa bakteri mampu berpindah pada media apapun apabila memiliki jarak yang dekat

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan yang pertama yaitu status pencemaran air sumur diperoleh variasi pencemaran bakteri *Coliform* dan bakteri *E-Coli* yang terbagi menjadi 3 yaitu cemar ringan, cemar sedang dan cemar berat

Simpulan yang kedua pada daerah penelitian diketahui air sumur layak sebagai air minum terdapat di desa Sabrang KIdul (sampel 6), desa Kedung

tungkul (sampel 7), dan Kampung Pantisari (Sampel PDAM). Sedangkan sisa sampel airtanah sebanyak 14 sampel tidak layak karena tercemar bakteri *Coliform* dan *E-Coli*

Berdasarkan simpulan pertama dan kedua penelitian di Kecamatan Jebres diperoleh kesimpulan ketiga yaitu, pada daerah permukiman padat relatif tercemar bakteri *Coliform* dan bakteri *E-Coli* dengan kategori cemar berat, untuk daerah permukiman agak padat tercemar bakteri *Coliform* dan bakteri *E-Coli* dengan kategori cemar sedang dan daerah yang permukiman tidak padat relatif tercemar bakteri *Coliform* dan bakteri *E-Coli* dengan kategori cemar ringan

DAFTAR RUJUKAN

- Harto, Sri. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Martini, Sri. 2007. Studi Kualitas Airtanah Dangkal di Kelurahan Semanggi dan Kelurahan Pasar Kliwon Tahun 2007. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Suharyadi. 2001. *Penginderaan Jauh untuk Studi Kota*, Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.
- Suriawiria. U. 2008. *Mikrobiologi air*. Bandung: PT Alumni.