



Analisis Tingkat Kontaminasi Bakteri *Escherichia Coli* pada Air Sumur Gali pada Tahap Sebelum dan Sesudah Perebusan

Duwi Yuliana Arini¹, Wiwit Probowati^{2*}, Widaninggar Rahma Putri³

^{1,3}Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia

^{2*}Program Studi Bioteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia

Email: ^{2*}wiwitprobo@unisayogya.ac.id

Abstract

Water was from a native natural fountain that is became vital for human life, particularly as source of drinking water also for things household needs. However, the use of dug well water is highly susceptible to bacteriological contamination. Contamination of drinking water with *Escherichia coli* is a leading cause of gastrointestinal infections and diarrhea. This reseach was purposely to identifying the exist of *E. coli* in dug well water also established the impact as well range from septic tank and the effectiveness of the boiling process. The method was using a quantitative approach using an experimental design. The samples including of 14 dug wells gap less than 10 meters also more than 10 meters from a septic tank, with treatments before and after boiling. Laboratory analysis were including use the MPN (Most Probable Number) method thru a presumptive test (Lactose Broth), a confirmatory test (Brilliant Green Lactose Bile Broth), and an identification test (Eosin Methylene Blue Agar). Data were statistically analyzing use technique of Shapiro-Wilk normality test also the non-parametric Wilcoxon signed-rank test. The yields demonstrated that physical distance was not significantly correlated with bacterial contamination levels. The Wilcoxon test revealed a significant and notable difference in bacterial contamination levels before and after boiling, indicating that the boiling process effectively reduced biological contamination in the water. After boiling, 7 samples met drinking water standards (0 MPN/100 ml), while the other 7 samples were still found to contain bacteria due to issues with equipment sterilization or procedure.

Keywords: *Escherichia Coli*, Dug Well Water, Boiling, MPN, Sanitation.

Abstrak

Air diklasifikasikan menjadi jenis sumber daya alam dimana berperan fundamental akan keberlangsungan kehidupan makhluk hidup, utamanya menjadi sumber air minum serta keperluan rumah tangga. Namun, penggunaan air sumur gali dikatakan rentan akan kontaminasi bakteriologis. Kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada air minum merupakan penyebab utama infeksi saluran pencernaan dan diare. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi keberadaan *E. coli* dalam air sumur gali serta mengkaji pengaruh jarak sumur terhadap *septic tank* dan efektivitas proses perebusan. Penelitian berikut memanfaatkan metode penelitian yakni jenis pendekatan kuantitatif melalui desain

Penulis Korespondensi:

Wiwit Probowati | wiwitprobo@unisayogya.ac.id

eksperimen. Total sampel yakni sejumlah 14 sumur gali dimana jaraknya kurang dari 10 meter dan melebihi 10 meter dari *septic tank* dengan perlakuan sebelum dan sesudah perebusan. Analisis laboratorium dilaksanakan melalui pemanfaatan metode MPN (*Most Probable Number*) melalui uji penduga (*Lactose Broth*), uji penegas (*Brilliant Green Lactose Bile Broth*), uji identifikasi (*Eosin Methylene Blue Agar*). Data dianalisis secara statistik memanfaatkan uji normalitas Shapiro-Wilk serta uji non parametrik Wilcoxon signed-rank. Hasil penelitian membuktikan bahwa jarak fisik tidak berkorelasi signifikan terhadap tingkat kontaminasi bakteri. Uji Wilcoxon menegaskan terdapat perbedaan nyata serta signifikan diantara beban kontaminasi bakteri sebelum dan sesudah perebusan, dimana proses perebusan secara efektif menurunkan beban cemaran biologis pada air. Pasca-perebusan, sebanyak 7 sampel berhasil memenuhi syarat air minum (0 MPN/ 100 ml), sedangkan 7 sampel lainnya masih terdeteksi mengandung bakteri akibat faktor sterilisasi alat atau prosedur.

Kata Kunci: *Escherichia Coli*, Air Sumur Gali, Perebusan, MPN, Sanitasi.

PENDAHULUAN

Air didefinisikan menjadi senyawa kimia dengan rumus H₂O dimana berperan vital bagi keberlangsungan kehidupan makhluk hidup. Kualitas air tentu berpengaruh akan taraf higienitas serta kesehatan pada sektor lingkungan setempat. Kualitas air dijadikan indikator terjaminnya taraf kesehatan di kalangan masyarakat apabila air pada kawasan tersebut dikategorikan baik (Sandy *et al*, 2019). Air dengan kualitas rendah dapat menjadi sumber berbagai macam penyakit dan hal ini dikenal dengan istilah *water-borne disease*, *water-washed disease and water-based disease*. Sumber air seperti mata air dari sumur gali menjadi penentu kualitas air yang kita manfaatkan bagi kebutuhan sehari-hari misalnya keperluan minum, mandi, masak dan keperluan lainnya. Mengonsumsi air hendaknya sesuai akan kualifikasi persyaratan yakni tidak berbau tidak berasa, tidak berwarna, serta tidak ada kandungan patogen misalnya bakteri *Escherichia coli* (*E.coli*). Penggunaan air yang tidak sesuai akan kualifikasi kesehatan bisa menyebabkan timbulnya penyakit, sehingga perlu adanya peningkatan terkait pencegahan pencemaran kualitas lingkungan (Sumampouw 2017; Sumampouw, 2019; Pinontoan dan Sumampouw 2022).

Kondisi konstruksi sumur gali terkait keberadaan jamban yang berjarak kurang dari 10 meter dari lokasi sumur, terdapat sumber polutan lain pada kawasan sumur, tidak tersedianya aliran drainase, terdapat genangan air dalam sumur gali, faktor tersebut bisa berpengaruh akan skala risiko fasilitas air bersih (sumur gali) (Tosepu *et al.*, 2023) (Putri *et al.*, 2023). Sehingga kalangan masyarakat memerlukan perbaikan serta merekonstruksi sumur dengan tujuan langkah pencegahan pada terkontaminasinya air sumur sehingga bisa terpenuhinya kualifikasi konstruksi (Husaini *et al.*, 2022). Pihak petugas Kesehatan hendaknya melaksanakan kegiatan penyuluhan, memonitoring terkait pemeriksaan berkala sanitasi sumur, serta pemeriksaan kualitas biologis air sumur (Rusmaya *et al.*, 2022). Jenis bakteri yang kerap kali dijadikan indikator terkait pemantauan kualitas lingkungan yakni *Coliform* (Sumampouw dan Risjani 2018). Menjadi parameter biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan bagi Media Air Keperluan Higien Sanitasi yakni *E. coli*. Pemeriksaan *E. coli* diklasifikasikan menjadi parameter wajib serta sesuai akan isi permenkes No. 32 Tahun 2017 dimana kadar maksimum *E. coli* dalam air bersih yakni sejumlah 0 CFU/100ml. Hal tersebut menguraikan bahwasanya pencapaian hasil sampel air bersih tidak disarankan mengandung bakteri *E. coli* (Peraturan Menteri Kesehatan, RI No.2 tahun 2023).

Coliform secara eksplisit dikatakan menjadi jenis bakteri gram negatif anaerob ataupun fakultatif anaerob, tidak menghasilkan spora serta bisa memfermentasikan laktosa guna memproduksi asam serta gas bersuhu 35-37°C. Golongan bakteri *coliform* yakni *Citrobacter* sp., *Enterobacter* sp., *Escherichia coli*, dan *Klebsiella* sp. *Coliform* didefinisikan menjadi jenis bakteri intestinal dimana memiliki resisten hidup pada saluran pencernaan manusia. Bakteri

E. coli dikategorikan menjadi *Coliform fekal* berasal dari saluran pencernaan manusia. *E. coli* umumnya pada air tanah terkontaminasi tinja. Tinja pada air bisa diartikan bahwasanya air telah terkontaminasi tinja yang sifatnya patogen sehingga bisa menimbulkan penyakit diare diare (Sumampouw dan Risjani 2018; Sumampouw 2017; Pinontoan dan Sumampouw 2019; Sumampouw 2021, Sumampouw dan Nelwan 2024).

E. coli diklasifikasikan menjadi jenis bakteri *coliform* muasal kotoran yang pada hakekatnya berada dalam pencernaan manusia. *E.coli* dimanfaatkan menjadi indikasi lebih kuat daripada total *Coliform*, ini dikarenakan sifatnya spesifik sebab pertumbuhannya tidak bisa pada lingkungan bebas (Safitri dan Pratami., 2023). *E. coli* pada air dikarenakan polutan pencemaran ataupun terkontaminasi kotoran hewan ataupun manusia, maka menjadi penyebab timbulnya penyakit diare, meningitis, hingga infeksi pada usus. Standarisasi mutu air bersih diperlukan hygiene sanitasi yakni berupa parameter biologi, fisik, serta kimia. Dimana parameter biologi bisa menguraikan bahwasanya air bersih yang terbebas dari kandungan mikroorganisme bisa masuk kedalam tubuh manusia (Sugiah, 2024). Kehadiran *E. coli* pada sumber air bersih bisa menginterpretasikan kondisi air tersebut tidak aman dikonsumsi jika tidak melalui proses masak secara benar. Perebusan menjadi metode yang dinilai sederhana serta efektif dengan tujuan membunuh bakteri, virus, parasit dalam air. Melalui pemanasan air hingga mendidih (100°C) pada kurun masa setidaknya 1 menit bisa membunuh mikroorganisme berbahaya, yakni bakteri coliform (Kurniawan dan Sahli, 2018).

Penelitian berikut memanfaatkan metode *Most Probable Number* (MPN) yakni jenis metode pemeriksaan bakteri *E. coli* dalam sampel air serta material bahan asupan makanan memanfaatkan perolehan data muasal hasil pertumbuhan mikroorganisme medium cair spesifik *Lactose Broth* (LB), *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB), *Media Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) selanjutnya diencerkan sesuai seri tabungnya maka akan menghasilkan entitas mikroorganisme mikroorganisme dimana akan dilaksanakan pengujian melalui nilai MPN/satuan volume massa sampel (Kurniawan dan Sahli, 2018). Sampel yang dimanfaatkan penelitian berikut yakni sumur gali dimana jaraknya kurang dari 10 meter serta melebihi 10 meter dari *septic tank* dengan kategori sebelum dan sesudah perebusan.

Pemilihan Desa Karanganyar, Kecamatan Sanden sebagai lokasi penelitian didasarkan pada karakteristik wilayah dimana mayoritas penduduk menjadikan sumur gali sebagai sumber utama air baku untuk aktivitas domestik, termasuk untuk keperluan memasak dan konsumsi air minum sehari-hari. Lingkungan dan hidrologis keberadaan sumur gali di kawasan ini dinilai sangat rentan terhadap infiltrasi polutan dan kontaminasi bakteriologis dari permukaan. Kondisi sanitasi lingkungan yang bervariasi dan jarak pemukiman yang padat berpotensi besar memicu rembesan limbah domestik kedalam struktur sumur yang kurang kedap air. Urgensi pada penelitian kali ini yaitu untuk mengetahui kontaminasi pada air minum rebusan yang dikonsumsi oleh masyarakat sesuai akan kualifikasi standarisasi Kesehatan sebagaimana diterapkan Kementerian Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023.

METODE

Penelitian berikut memanfaatkan jenis kuantitatif melalui desain eksperimen. Sampel yang dimanfaatkan yakni air sumur gali di Desa Karanganyar sejumlah 14 sampel air sumur gali. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2026 di laboratorium Universitas Aisyiyah Yogyakarta. Populasi penelitian mencakup seluruh sumur gali masyarakat sesuai dengan kriteria, pengambilan sampel yakni memanfaatkan teknik purposive sampling berdasarkan pada kriteria jarak sumur dengan *septic tank*, yakni kelompok jarak kurang dari 10 meter serta melebihi 10 meter dengan kondisi sumur gali yang tidak dilengkapi dengan penutup yang rapat. Spesifik alat yang digunakan meliputi autoklaf untuk sterilisasi (Gea Ls-35lj), inkubator dengan suhu 37°C (IPP410 Peltier-Cooled), timbangan analitik (ohause pioneer), showcase (polytron), hot plate (inscienpro), tabung reaksi (iwaki), cawan petri (normax), bunsen, ose, tabung durham, rak tabung reaksi. Bahan penelitian terdiri dari sampel air sumur gali, akuades 9, media *Lactose Broth* (LB) (merck), Media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB) (merck), dan Media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) (merck) dengan spesifikasi teknis untuk analisis mikrobiologi sesuai standar laboratorium.

Teknik pengumpulan data dilaksanakan melalui kegiatan observasi lapangan serta pelaksanaan uji pada laboratorium memakai metode MPN (*Most Probable Number*) guna mendeteksi bakteri *Coliform* dan *E.coli*. proses pengujian dibagi menjadi dua tahap perlakuan, yakni sebelum perebusan dan sesudah perebusan hingga mencapai titik didih 100°C. Proses perebusan seluruh sampel air sumur gali dilakukan oleh peneliti dengan tujuan menciptakan standardisasi perlakuan secara serentak dan seragam terhadap seluruh sampel, baik dalam hal instrument pemanasan yang digunakan, pemantauan suhu, maupun durasi waktu perebusan, sehingga dapat meminimalkan bias serta menjaga validitas data eksperimen. Analisis data dilakukan dengan membandingkan nilai MPN yang diperoleh akan standar baku mutu Permenkes No. 32 Tahun 2023 memanfaatkan uji Normalitas apabila tidak berdistribusi normal dilanjutkan uji Non- Parametrik wilcoxon guna mengamati signifikansi perbedaan antara kedua kelompok perlakuan.

HASIL

Uji laboratorium yang pertama dilakukan yaitu menggunakan media Media *Laktosa Broth* (LB) digunakan sebagai uji penduga bakteri *coliform* pada sampel air sumur gali sebelum dan sesudah perebusan. Komposisi media LB yaitu *Peptone from meat, Meat extract, Lactose*. Media yang sudah dilakukan inokulai lalu diinkubasi selama 24 jam, hasil dari uji LB yakni positif hal tersebut nampak adanya perubahan warna menjadi keruh serta adanya gelembung dalam tabung durham. Kekeruhan pada media *Lactosa Broth* (LB) disebabkan oleh pertumbuhan dan aktivitas metabolisme mikroorganisme, terutama bakteri *coliform*, yang memfermentasikan laktosa menjadi asam dan gas. gelembung gas pada tabung durham dikarenakan aktifnya respirasi organisme. Setelah dilakukan uji LB dilanjutkan dengan, Media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB) sebagai uji penegas dengan komposisi *Enzymatic Digest of Casein, Lactose, Dehydrated Ox Bile, Brilliant Green, Water*. Media BGLB digunakan untuk mengkonfirmasi keberadaan bakteri *E.coli* (Fadila dan Mia, 2020).

Hasil dari media BGLB setelah dilakukan pengenceran dan diinkubasi selama 24 jam, tabung berubah keruh serta terdapat gelembung dalam tabung durham yang artinya terdapat pertumbuhan bakteri *E.coli* pada media BGLBB. Setelah uji BGLB lalu dilakukan uji konfirmasi menggunakan Media *Eosin Methylene Blue* (EMB) Agar dengan komposisi *Peptones 10.0, di-potassium hydrogen phosphate 2.0, lactose 5.0, sucrose 5.0, eosin Y, yellowish 0.4, methylene blue 0.07, agar-agar 13.5*. Media EMBA berfungsi untuk memastikan apakah bakteri tersebut benar-benar *E. coli*, jika koloni hijau metalik tumbuh di media EMBA, maka keberadaan *E. coli* terkonfirmasi.

Hasil dari media EMBA positif koloni bakteri *E.coli* tumbuh berwarna hijau metalik dengan pusat gelap. Hal tersebut bisa terjadi disebabkan kemampuan bakteri memfermentasikan laktosa secara cepat, menghasilkan asam, dan berinteraksi dengan indikator warna. Data yang diperoleh dari inkubasi uji mikrobiologi kemudian dikonversikan melalui tabel MPN (*Most Probable Number*) guna penetapan indeks perkiraan kuantitas bakteri *E. coli* pada 100 ml sample. Setelah dicocokkan mdengan table MPN lalu dilakukan analisis data memanfaatkan uji Normalitas dan uji non-parametrik.

Berasaskan temuan hasil penelitian yang dilaksanakan pada air sumur gali yakni sumur masyarakat dimana jaraknya kurang dari 10 meter serta melebihi 10 meter dari *septic tank* dengan kategori sebelum dan sesudah perebusan yang berjumlah 14 sampel sumur gali. Dari hasil penelitian didapatkan hasil positif dan negatif yang telah dicocokkan dengan tabel MPN (*Most Probable Number*) seri 333.

Table 1 Uji Laboratorium Air Sumur Gali.

No	Sampel	Keterangan	Perlakuan	Uji Laboratorium			MPN/ 100 ml	Keterangan Kelayakan
				10 ml	1 ml	0,1 ml		
1	Sumur 1	<10 meter	sebelum	3	3	0	190	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	0	1	0	3	Tidak Memenuhi Syarat
2	Sumur 2	<10 meter	sebelum	3	1	0	46	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	0	0	0	0	Memenuhi Syarat
3	Sumur 3	<10 meter	sebelum	3	3	3	≥1898	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	2	0	0	10	Tidak Memenuhi Syarat
4	Sumur 4	<10 meter	sebelum	0	0	0	0	Memenuhi Syarat
			sesudah	0	0	0	0	Memenuhi Syarat
5	Sumur 5	<10 meter	sebelum	3	3	0	190	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	0	0	0	0	Memenuhi Syarat
6	Sumur 6	<10 meter	sebelum	3	1	1	58	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	1	0	0	4	Tidak Memenuhi Syarat
7	Sumur 7	<10 meter	sebelum	3	2	0	76	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	0	1	0	3	Tidak Memenuhi Syarat
8	Sumur 8	>10 meter	sebelum	3	3	3	≥1898	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	1	0	0	4	Tidak Memenuhi Syarat
9	Sumur 9	>10 meter	sebelum	3	3	3	≥1898	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	1	0	0	4	Tidak Memenuhi Syarat
10	Sumur 10	>10 meter	sebelum	2	2	0	21	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	1	1	0	7	Tidak Memenuhi Syarat
11	Sumur 11	>10 meter	sebelum	3	2	0	76	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	0	0	0	0	Memenuhi Syarat
12	Sumur 12	>10 meter	sebelum	2	3	1	33	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	0	0	0	0	Memenuhi Syarat
13	Sumur 13	>10 meter	sebelum	2	1	0	15	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	0	0	0	0	Memenuhi Syarat
14	Sumur 14	>10 meter	sebelum	3	1	0	46	Tidak Memenuhi Syarat
			sesudah	0	0	0	0	Memenuhi Syarat

Sampel yang digunakan berjumlah 14 sampel dengan kategori 7 sampel kurang dari 10 meter sebelum dan sesudah direbus, 7 sampel lebih dari 10 meter sebelum dan sesudah direbus didapatkan hasil sesuai dengan Tabel 1. yang sudah di cocokkan dengan tabel MPN 3 seri tabung.

Table 1 Uji Normalitas hasil MPN

Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig
<10 meter	.393	14	<,001
>10 meter	.453	14	<,001

Berasaskan temuan uji Normalitas memanfaatkan *Shapiro-wilk* diperoleh skala signifikansi $p < 0,05$ dimana menegaskan bahwasanya data tidak berdistribusi normal. Hal ini disebabkan oleh adanya nilai ekstrim pada sampel sebelum perebusan dan banyaknya nilai nol pada sampel sesudah perebusan. Oleh karena itu, analisis data dilanjutkan melalui pemanfaatan uji non parametrik yakni pengujian *Wilcoxon signed-rank*.

Table 2 Uji Wilcoxon Sebelum dan Sesudah Perebusan

Z	-3.182 ^b
Asymp.sig. (2 tailed)	.001

Nilai Z (-3.182^b) menunjukan bahwa terdapat perbedaan antara sebelum dan sesudah perebusan. Nilai negatif mengindikasikan bahwasanya nilai sesudah perebusan cenderung lebih rendah dibandingkan sebelum perebusan. Sedangkan nilai Asymp.sig. (2 tailed) terdapat perbedaan nyata (signifikan) dikarenakan nilai $0.001 < 0,05$. Hal ini membuktikan bahwa proses pemanasan hingga titik didih secara efektif mampu merusak struktur sel bakteri *E. coli* sehingga menurunkan beban cemaran biologis pada air baku secara drastis.

PEMBAHASAN

Air bersih didefinisikan menjadi air bermutu baik sehingga bisa dimanfaatkan manusia untuk keperluan sehari-hari baik dikonsumsi ataupun sanitasi. Kebutuhan air di Indonesia terus meningkat seiring berjalannya waktu karena meningkatnya masyarakat dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari (Prayoga dan Wulandari, 2024). Kualifikasi air bersih yakni tidak berwarna, berbau, berasa, dan tidak mengandung bakteri patogen misalnya bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*). Air bersih setidaknya sesuai akan kualifikasi isi Permenkes Nomor 32 Tahun 2023. Air bersih yang diambil yaitu air dari sumur masyarakat dengan jarak kurang dari 10 meter ataupun melebihi 10 meter dari *septic tank* dengan 2 kategori sebelum dan sesudah direbus. Masyarakat umumnya menjadikan sumur gali sebagai air bersih disebabkan proses pembuatannya mudah serta bisa dilakukan warga sendiri melalui pemanfaatan alat sederhana dengan biaya terjangkau, sehingga mayoritas pada kalangan masyarakat pedesaan memanfaatkan air sumur gali menjadi sumber air bersih.

Penelitian dilaksanakan guna menguji kandungan bakteri *E. coli* dalam air sumur gali dimana berjarak kurang dari 10 meter ataupun melebihi 10 meter dari *septic tank*. Cara pengumpulan sampel dengan pengambilan air sumur gali masyarakat dengan mengalirkan terlebih dahulu air dari kran baru ditampung menggunakan botol sterilisasi selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium untuk dilaksanakan pengujian. Media yang digunakan di timbang terlebih dahulu menggunakan timbangan analitik lalu dilakukan pengenceran menggunakan akuades. Media yang sudah diencerkan menggunakan akuades lalu dipanaskan menggunakan hotplate dan stirrer, tunggu hingga media homogen dan bening, setelah media dingin lalu tuangkan pada tabung reaksi sebanyak 10 ml dan bungkus menggunakan plastik bening. Media yang sudah siap lalu di sterilisasikan memakai autoclave bersuhu 121° C pada kurun masa 15 menit. Sterilisasi media

selanjutnya disimpan pada showcase kurang lebih 24 jam. Inokulasikan air sumur gali pada media *Lactose Broth* (LB) dengan steril menggunakan Bunsen, setelah selesai media inokulasi diinkubasi didalam incubator pada kurun masa 24 jam bersuhu 37° C. Temuan tersebut dikatakan positif dari media LB lalu di inokulasikan di Media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB) memanfaatkan ose bulat secara sterilisasi dengan bunsen dan diinkubasi kembali memakai incubator pada kurun masa 24 jam bersuhu 37° C. Selanjutnya sesudah proses inkubasi dilangsungkan uji konfirmasi memanfaatkan Media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) guna mengamati bakteri tersebut benar-benar bakteri *E.coli* terbentuknya hijau metalik pada media. Perolehan uji laboratorium lalu dicocokkan dengan tabel MPN, metode MPN terdiri dari beberapa ragam. Ragam yang dimanfaatkan penelitian berikut yakni ragam 3-3-3 melalui 3 tabung dengan 10 ml, 3 tabung 1 ml, 3 tabung 0,1 ml. ragam 3-3-3 merupakan pilihan alternatif teknik statistik yang dimanfaatkan guna mengestimasi kuantitas mikroorganisme hidup pada sampel cair, khususnya dalam mendeteksi kelompok bakteri *E. coli* (Kholifah, 2022).

Hasil laboratorium menunjukkan bahwa pada jarak kurang dari 10 meter sebanyak 6 dari total sejumlah 7 sampel air sumur gali (kecuali sampel 4) terbukti positif terkontaminasi bakteri *E. coli* sebelum proses perebusan. Hal ini sejalan dengan teori bahwa jarak yang terlalu dekat memudahkan bakteri *E. coli* dapat rembes kedalam sumur. Kondisi tersebut dikarenakan adanya kondisi fisik ataupun konstruksi sumur gali dikatakan kurang optimal sehingga mengakibatkan kontaminasi air sumur gali (Dayani & Sangadjisowohy, 2019). Sampel 4 yang bernilai negatif menunjukkan adanya kemungkinan faktor proteksi fisik sumur yang baik seperti dinding kedap air yang dapat menghambat pergerakan bakteri. Sampel air sumur gali pada jarak lebih dari 10 meter seluruh sampel positif mengandung bakteri *E. coli* sebelum perebusan hal ini disebabkan oleh buruknya kontruksi fisik sumur, terutama kondisi penutup sumur yang tidak rapat dan tidak kedap, yang memungkinkan infiltrasi polutan dari lingkungan sekitar, debu, hingga vektor penyakit masuk kedalam badan air. Perebusan air hingga titik mendidih (100° C) seharusnya mampu mendenaturasi protein seluler dan membunuh bakteri *E. coli* yang bersifat termolabil. Epektifitas ini terbukti berhasil pada smapel 2,5,11,12,13,14 dimana status sampel berubah dari positif menjadi negatif setelah direbus. Namun hasil kritis pada sampel 1,3,6,7 (kurang dari 10 meter) serta sampel 8,9,10 (lebih dari 10 meter) dimana bakteri *E. coli* tetap positif setelah proses perebusan. Kegagalan sterilisasi terminal ini secara ilmiah tidak disebabkan oleh adanya mutase bakteri menjadi tahan panas, melainkan dipicu oleh beberapa faktor teknis higienitas seperti durasi dan suhu perebusan tidak mencapai titik didih 100° C.

Berdasarkan observasi pada sarana air bersih milik masyarakat hasil analisis menunjukkan bahwa air sumur gali milik masyarakat terdeteksi mengandung bakteri *E. coli* sebelum proses perebusan. Kondisi ini diduga kuat akibat kontaminasi lingkungan, seperti keberadaan tumpukan sampah domestik, letak kandang ternak yang berdekatan dengan sumber air, serta aliran sungai/ kali di sekitar pemukiman yang memicu rembesan polutan kedalam sumur (Hanan dan Yudhy, 2020).

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian membuktikan bahwa jarak fisik sumur gali terhadap *septic tank* kurang dari 10 meter ataupun melebihi 10 meter tidak memiliki kolerasi yang signifikan terhadap tingkat kontaminasi bakteri *E.coli*, karena faktor sanitasi lingkungan dan proteksi fisik sumur lebih dominan memengaruhi kualitas air sumur gali. Proses perebusan air hingga mencapai titik didih (100°C) tetap menjadi intervensi akhir yang sangat efektif untuk mendenaturasi protein seluler dan membunuh bakteri *E.coli* yang bersifat termolabil. Efektivitas ini terbukti nyata pada sampel yang diolah dengan benar

yaitu pada sampel 2,5,11,12,13, dan 14), dimana status kontaminasi bakteri berubah total dari positif menjadi negatif (0 MPN/ 100 ml) setelah proses perebusan. Dengan demikian, risiko pencemaran akibat faktor lingkungan dan jarak sumur yang ideal dapat diminimalkan secara signifikan melalui perlakuan panas yang tepat serta penanganan pasca-perebusan yang higienis.

Saran

Disarankan bagi penelitian selanjutnya menggunakan metode *membrane filtration* (filtrasi membran) sebagai alternatif pengujian sampel air bersih atau air pasca-perebusan yang diasumsikan memiliki densitas bakteri rendah. Metode ini jauh lebih efektif karena mampu menyaring volume sampel yang lebih besar (minimal 100 ml) selalui pori membrane berukuran 0,45µm, untuk kemudian ditumbuhkan langsung pada media selektif. Melalui Teknik ini, perhitungan bakteri dapat dilakukan secara langsung (*Direct Colony Count*) dengan satuan *Colony Forming Unit* (CFU/100 ml), sehingga menghasilkan data kuantitatif yang jauh lebih akurat dan presisi dibandingkan estimasi statistik berbasis tabung MPN.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami hanturkan kepada Universitas Aisyiyah Yogyakarta, utamanya pada pihak pengelola laboratorium mikrobiologi yang telah menyediakan fasilitas dalam pelaksanaan pengamatan sampel. Selanjutnya , terimakasih kepada ibu Wiwit Probawati, S.Si., M.Biotech., Ph.D sebagai pembimbing skripsi yang telah memberikan kritik serta saran bimbingan yang sangat berguna ini. Selanjutnya terimakasih kepada orang tua yang telah mendukung sehingga penulis semangat, dukungan moral serta material serta doa tulus untuk saya, terimakasih kepada sahabat perjuangan yang selalu ada dalam waktu sulit dan bersedia mendengar keluh kesah serta memberikan semangat dikala lelah.

DAFTAR PUSTAKA

- Dayani, dan Sangadjisowohy. (2019). Uji Kandungan Bakteriologi pada Air Sumur Gali Ditinjau dari Konstruksi Sumur Di kelurahan Sangaji Kecamatan Ternate Utara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9 (1). 20-27
- Fadila U.T dan Mia M. (2020) ‘Metode *Most Probable Number* (MPN) Sebagai Dasar Uji Kualitas Air Sungai Rengganis Dan Pantai Timur Pangandaran Dari Cemar *Coliform* dan *Escherichia coli Most Probable Number* (MPN)’, *Jurnal kesehatan bakti tunas husada*, 20(1).
- Hanan, L., Yudhy., D. (2020). Analisis Spasial Kejadian Diare dengan Keberadaan Sumur Gali di Kelurahan Jabungan Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 19 (1), 68- 75.
- Husaini., Rahmat, A. N., Hidayat, M. S., Gilmani, M., dan . T. (2022). Potential Utilization of Waste and Local Plants as Absorbents of Fe and Mn in Dug Well Water. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 12(11), 141–153. <https://doi.org/10.29322/IJSRP.12.11.2022.p13119>
- Kholifah, S. (2022). Analisis Kualitas Perairan Sumber Kalibalang Kecamatan Klampok Kota Blitar Berdasarkan Cemar Bakteri Coliform. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

- Kumalasari, E. (2018). Analisis kuantitatif bakteri *coliform* pada depot air minum isi ulang yang berada di wilayah Kayutangi Kota Banjarmasin. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 3(1):134-144.
- Kurniawan F.B dan Sahli T.I (2018) *Bakteriologi Praktikum Teknologi Laboratorium Medik..* Jakarta: EGC.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta
- Pinontoan O.R. dan O.J. Sumampouw. (2022). *Biomedik*. CV. Eureka Media Aksara.Purbalingga
- Pinontoan, O.R. dan O.J. Sumampouw. (2019). *Dasar Kesehatan Lingkungan*. Deepublish.
- Prayoga, Y. G., dan Wulandari, W. (2024). Effectiveness of Variations in Silica Sand and Activated Carbon Filter Media in Reducing Iron (Fe) Levels in Well Water. *Contagion: Scientific Periodical Journal of Public Health and Coastal Health*, 6(1), 646. <https://doi.org/10.30829/contagion.v6i1.19816>.
- Putri, A. D., Suksmerri, S., Riviwanto, M., Mahaza, M., dan Darwel, D. (2023). Sumur Gali Gambaran Risiko Pencemaran Dan Kandungan *Coliform* Air Sumur Gali Di Kenagarian Gurun Panjang Kapuh Kecamatan Koto XI Tarusan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Mandiri*, 2(1), 12–18. <https://doi.org/10.33761/jklm.v2i1.705>
- Rusmaya, D., Lili, L. M., dan Lestari, P. A. (2022). Relationship between Pollutant Sources and Water Quality of Dug Well Based on Biological Parameters of E. Coli. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 6(2), 79–86. <https://doi.org/10.23969/jcbeem.v6i2.6087>
- Safitri, L., dan Pratami D, S (2023). Analisis Cemaran Bakteri E. coli Pada Air Kolam Renang Umum Di Kabupaten Tangerang dengan Metode MPN (Most Probable Number). *Jurnal Medical Laboratory*, 2(2): 9-17.
- Sandy, Novryanto S; Herawati. 2019. Hubungan Kualitas Air Bersih Sumur Gali Terhadap Penyakit Diare di Desa Montop Kabupaten Banggai Kepulauan. *Jurnal Kesmas Untika Luwuk: Public Health Journal*. 10 (2): 80-84
- Sugiah. (2024). Edukasi Kualitas Air Bersih Bebas Kontaminasi Bakteri *Coliform* pada Masyarakat Jungserih Garut. *Jurnal Pengabdian Bidang Kesehatan*, 98-104.
- Sumampouw O.J. dan J.E. Nelwan. (2024). *Dasar Kesehatan Lingkungan: Konsep Dasar dan Pencemaran Lingkungan*. Deepublish. Yogyakarta
- Sumampouw, O. J. (2017). *Diare Balita: Suatu Tinjauan dari Bidang Kesehatan Masyarakat*. Deepublish.
- Sumampouw, O.J. dan Risjani, Y. (2018). *Indikator Pencemaran Lingkungan*. Deepublish.
- Sumampouw, O.J. (2019). Kandungan bakteri penyebab diare (*coliform*) pada air minum (studi kasus pada air minum dari depot air minum isi ulang di Kabupaten Minahasa). *Journal PHWB*, 1(2), 8-13.

- Sumampouw, O.J. (2021). *Kesehatan Lingkungan Kawasan Pesisir Dan Kepulauan*. Deepublish.
- Sumampouw, O.J., dan Roebijoso, J. (2017). *Pembangunan Wilayah Berwawasan Kesehatan*. Deepublish.
- Tosepu, R., Ningsi P., N., . C., Harjunita, R., . R., dan Kusumajaya, I. (2023). A Description of Clean Water Facilities and Family Latrines in the Sanggona Public Health Center Area, Uluiwoi District, East Kolaka Regency. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v8i9.13347>