

**EFEKTIVITAS TABLET KLOLIN MENGGUNAKAN TABUNG
KLOLINATOR DALAM MENGURANGI BAKTERI
Escherichia coli PADA AIR SUMUR GALI DI KAMPUNG
CIDAHU KABUPATEN GARUT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
Sarjana Kesehatan Masyarakat dengan Peminatan Kesehatan Lingkungan



Disusun Oleh
Mela Wulandari
214101042

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS SILIWANGI TASIKMALAYA
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah siap untuk dipertahankan di hadapan tim penguji Skripsi
Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Siliwangi

Tasikmalaya, 04 Desember 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

Hj. Dian Saraswati, S.Pd., M.Kes
NIP. 196905291994032002

Nur Lina, S.KM., M.Kes (Epid)
NIP. 197607152021212004

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan pada ujian skripsi oleh tim penguji skripsi yang dilaksanakan pada hari kamis tanggal 11 Desember tahun 2025 pada Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Siliwangi

Menyetujui,

Pembimbing I

Hj. Dian Saraswati, S.Pd., M.Kes

NIP. 196905291994032002

Pembimbing II

Nur Lina, S.KM., M.Kes (Epid)

NIP. 197607152021212004

Pembimbing III

Nissa Noor Annashr, S.KM., M.KM

NIP. 198904062019032007

Penguji II

Dr. Siti Novianti, S.KM., M.KM

NIP. 198105312021212008

Penguji III

H. Yuldan Faturahman, S.KM., M.Kes

NIP.198106132021211004

Mengesahkan,

Dekat Fakultas Ilmu Kesehatan

Hj. Dian Saraswati, S.Pd., M.Kes

NIP. 196905291994032002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil ‘Alamiin

Segala puji kehadiran ilahi rabbi yang telah memberi tanpa henti, sehingga penulis dapat melewati semua proses penyusunan skripsi ini. Selanjutnya penulis persembahkan skripsi ini untuk orang yang paling spesial yaitu Mamah dan Bapa yang selalu menjadi sumber kekuatan dan inspirasiku. Terima kasih atas cinta tanpa syarat, doa yang tak pernah putus, serta kerja keras dan pengorbanan yang tak terhitung demi melihat anakmu mencapai mimpi ini.

Skripsi ini juga penulis persembahkan kepada semua orang yang telah kebersamai hidup penulis dengan penuh kasih sayang yaitu saudari penulis, keluarga besar penulis, sahabat-sahabat penulis, teman-teman penulis, guru-guru penulis, dan para dosen. Saudari penulis Mita dan Marsela yang kadang jadi lawan debat, tapi selalu jadi tempat pulang terbaik. Terimakasih atas setiap dukungan dan do’a yang diam-diam dipanjatkan. Keluarga besar penulis yang tidak bisa dicantumkan satu persatu kalian semua selalu memberikan dukungan dalam bentuk do’a, materi, dan juga kasih sayang yang mengantarkan penulis hingga berada dititik ini.

Skripsi ini juga penulis persembahkan. Bagi sahabat terdekat penulis juga dari kecil hingga kini Dini Salamahyang rumahnya 5 langkah dari rumah tapi do’a dan dukungannya tidak mengenal jarak. Bagi sahabat sekamar di Pondok pesantren Nurul Alaa’ Leli Anggara yang sudah sejauh ini kebersamai proses belajar dari mulai SD, SMP, SMA, hingga kuliah ini.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Mela Wulandari

Jenis Kelamin : Perempuan

Tempat, Tanggal Lahir : Garut, 13 Oktober 2002

Agama : Islam

Alamat Lengkap : Kp. Cidahu RT. 001/ RW. 006 Ds. Mekarsari
Kec. Karangpawitan Kab. Garut

Riwayat Pendidikan : 1. SDN KARANGMULYA I (2009 – 2015)
2. MTs AL-ROHMAH (2015 – 2018)
3. SMA ASSHIDDIQIYAH (2018 – 2021)
4. Tercatat sebagai Mahasiswa Program Studi
Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu
Kesehatan Universitas Siliwangi sejak tahun
2021

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
PERNYATAAN.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Bakteri <i>Escherichia coli</i>	8

B. Air Bersih	10
C. Desinfeksi Air Bersih	15
D. Klorinasi	24
E. Tabung Klorinator	31
F. Kerangka Teori	32
BAB III METODE PENELITIAN	33
A. Kerangka Konsep	33
B. Hipotesis Penelitian	33
C. Variabel Penelitian	33
D. Definisi Operasional	34
E. Desain Penelitian	35
F. Populasi dan Sampel Penelitian	35
G. Instrumen Penelitian	37
H. Prosedur Penelitian	39
I. Pengolahan dan Analisis Data	46
BAB IV HASIL PENELITIAN	48
A. Analisis Univariat	48
B. Analisis Bivariat	53
BAB V PEMBAHASAN	54
A. Hasil Penelitian	54
B. Keterbatasan Penelitian	67
BAB VI PENUTUP	68

A. Kesimpulan	68
B. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva Waktu Kontak terhadap Ketahanan Mikroorganisme	19
Gambar 2.2 Desain Tabung Klorinator	31
Gambar 2.3 Kerangka Teori Modifikasi dari Said (2008) , Ali (2010), Syahputra et al. (2022) & Ruslan et.al. (2022).....	32
Gambar 4.1 Rata - Rata Hasil Uji Bakteri <i>Escherichia coli</i> pada Berbagai Dosis Tablet Klorin	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi Menurut Permenkes No 2 Tahun 2023	14
Tabel 4. 1 Hasil Uji Bakteri <i>Escherichia coli</i> (MPN/100 mL)	48
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kadar Sisa Klor Bebas (mg/l).....	49
Tabel 4. 3 Hasil Uji Kadar pH.....	50
Tabel 4. 4 Hasil Uji Suhu Air	50
Tabel 4. 5 Persentase Efektifitas Tablet Klorin	51
Tabel 4. 6 Penurunan Bakteri <i>Escherichia coli</i> (MPN/100mL).....	52
Tabel 4. 7 Hasil Analisis Deskriptif Penurunan Bakteri <i>Escherichia coli</i> Menggunakan Berbagai Dosis Tablet Klorin	52
Tabel 4. 8 Hasil Uji <i>Kruskal-Wallis</i> Bakteri <i>Escherichia coli</i> pada setiap perlakuan	53
Tabel 4. 9 Hasil Uji <i>Man Whitney</i>	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian.....	74
Lampiran 2. Balasan Surat Izin Penelitian	75
Lampiran 3. Dokumentasi	76
Lampiran 4. Rekaman Data Lapangan.....	78
Lampiran 5. Hasil Pemeriksaan Pre Eksperimen	79
Lampiran 6. Hasil Pemeriksaan Bakteri <i>E.coli</i>	81
Lampiran 7. <i>Output</i> SPSS	82

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Tasikmalaya, November 2025

Mela Wulandari

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ālā yang telah melimpahkan Rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Efektivitas Tablet Klorin Menggunakan Tabung Klorinator dalam Mengurangi Bakteri *Escherichia coli* pada Air Sumur Gali di Kampung Cidahu Kabupaten Garut”. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Siliwangi Tasikmalaya. Selama melaksanakan penelitian, penulis menyadari tidak sedikit kesulitan dan hambatan yang dihadapi, serta masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi perbaikan dimasa yang akan datang.

Selain itu, pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Cinta pertama dan panutanku, Ayahanda Ukun Kusmana. Beliau memang tidak sempat merasakan Pendidikan sampai bangku perkuliahan. Namun beliau mampu mendidik penulis, memberikan semangat dan motivasi tiada henti hingga penulis mampu berada di titik ini;
2. Pintu surgaku, Ibunda Eros Rostini. Terima kasih sebesar-besarnya penulis berikan kepada beliau atas segala bentuk bantuan, semangat, dan do'a yang diberikan selama ini. Terima kasih atas nasihat yang selalu diberikan meski terkadang pikiran kita tidak sejalan, terima kasih atas kesabaran dan kebesaran

hati menghadapi penulis yang keras kepala. Ibu menjadi penguat dan pengingat paling hebat. Terimakasih sudah menjadi tempatku untuk pulang bu;

3. Kepada cinta kasih kedua saudari penulis. Mita Nurlaelasari dan Marsela Azzahra. Terima kasih atas segala do'a, usaha, serta motivasi yang diberikan kepada penulis;
4. Hj. Dian Saraswati, S.Pd, M.Kes. selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Siliwangi Tasikmalaya, sekaligus selaku pembimbing I yang selalu mengarahkan dan membimbing penulis;
5. Dr. Siti Novianti, S.KM., M.KM. selaku Ketua Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Siliwangi sekaligus dosen penguji II yang telah memberikan masukan-masukan dalam penyusunan skripsi hingga dapat terselesaikan;
6. Nur Lina, S.KM, M.Kes (Epid). selaku pembimbing II yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis;
7. Nissa Noor Annashr, S.KM., M.KM. selaku penguji 1 yang telah memberikan masukan-masukan dalam penyusunan skripsi hingga dapat terselesaikan;
8. H. Yuldan Faturahman S.KM., M.Kes. selaku dosen penguji 3 yang telah memberikan masukan-masukan dalam penyusunan skripsi hingga dapat terselesaikan;
9. Kepala Desa Mekarsari yang telah memberikan izin penelitian hingga penelitian dapat berjalan dengan lancar;
10. Penanggungjawab Kesehatan Lingkungan Puskesmas Karangmulya yang telah meminjamkan alat untuk menunjang penelitian;

11. Seluruh staf Dosen dan SBAP yang telah banyak memberikan pengetahuan dan bantuan kepada penulis;
12. Teruntuk Muhammad Karim, Dini Salamah dan Leli Anggara, sahabat penulis yang selalu menemani, memberi motivasi dan semangat yang luar biasa. Terima kasih sudah menjadi sahabat yang sangat baik bahkan seperti saudara. Terimakasih karena tidak pernah meninggalkan penulis sendirian, selalu menjadi garda terdepan saat penulis membutuhkan bantuan serta selalu mendengarkan keluh kesah penulis selama ini.
13. Teruntuk Lela Anggara, Gina Nurul Salamah, dan Hadi Rohmanul Hakim, yang telah banyak memberikan warna dan cerita baru dari penulis SMA hingga kini.
14. Teruntuk teman baik penulis selama berada di Yayasan tercinta pondok pesantren Nurul A'laa, Asiah Lestari, Sopi, Hoerun Nisa, Hasya Fatharani, Neng Dina Ainul Latifah, Ai Latifah, Nita Khairunnisa dan Via yang selalu memberikan arahan, nasihat dan semua hal-hal menyenangkan lainnya, terimakasih telah memberikan warna yang baru di kehidupan penulis, semoga kita bisa selamanya berteman di jalan kebaikan dan semoga kita semua selalu berada di dalam lindungan Allah SWT. Aamiin
15. Terimakasih kepada teman baik penulis selama menempuh Pendidikan di Universitas Siliwangi, Intan Aulia Almaida, Karina Ajjahra, dan Nur Qorina dan Keluarga Satya Estungkara, yang telah membantu dan menemani setiap proses dari awal perkuliahan hingga saat ini.
16. Terimakasih kepada teman seperjuangan kesehatan masyarakat 2021 yang tidak bisa disebutkan satu persatu, kalian semua luar biasa.

17. Terima kasih Untuk diri sendiri, Mela Wulandari atas segala kerja keras dan semangatnya sehingga tidak pernah menyerah dalam mengerjakan tugas akhir skripsi ini.
18. Semua pihak terkait yang telah membantu dan tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa hasil penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kesediaan pembaca untuk memberikan kritik dan saran demi sempurnanya skripsi ini.

Akhirnya penulis menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya kepada pembaca seandainya terdapat kesalahan-kesalahan di dalam skripsi ini dan penulis berharap semoga Proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. semoga segala kebaikan dan amal sholeh yang telah diberikan senantiasa mendapat balasan dari Allah Subhanahu wa Ta'ālā. Aamiin.

**FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS SILIWANGI
TASIKMALAYA
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
PEMINATAN KESEHATAN LINGKUNGAN
2025**

ABSTRAK

MELA WULANDARI

**EFEKTIVITAS TABLET KLOLIN MENGGUNAKAN TABUNG
KLOLINATOR DALAM MENGURANGI BAKTERI *Escherichia coli* PADA
AIR SUMUR GALI DI KAMPUNG CIDAHU KABUPATEN GARUT**

Air sumur gali yang berasal dari air tanah seringkali menimbulkan permasalahan. Hasil pemeriksaan salah satu sumur di Kampung Cidahu menunjukkan air sumur mengandung 15 APM/100 ml *Escherichia coli*. Keberadaan *Escherichia coli* ini melebihi nilai ambang batas yaitu 0 APM/100 ml. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas penambahan tablet klorin dalam mengurangi bakteri *Escherichia coli* pada air sumur di Kampung Cidahu. Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan metode *quasi eksperimen* dan desain *posttest only control design*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dosis tablet klorin 0 mg/l (kontrol), 1 g/ 85L, 1,5 g/ 85L, dan 2 g/ 85L menggunakan tabung klorinator, serta variabel terikat dalam penelitian ini adalah bakteri *Escherichia coli* pada air sumur gali di Kampung Cidahu. Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus *Federer* didapati sampel penelitian ini sebanyak 24 sampel air sumur sebelum dan sesudah mengenai tablet klorin. Pemilihan sampel menggunakan metode *sampling purposive*. Analisis data secara univariat dan bivariat menggunakan Uji *One-Way Anova* dan dilanjutkan dengan Uji *Post Hoc*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tablet klorin berpengaruh terhadap penurunan bakteri *Escherichia coli* dengan nilai $p = 0,0005$. Tablet klorin 1 g/ 85L dapat menurunkan bakteri *Escherichia coli* sebanyak 13,3 MPN/mL (85,8%). Tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L dapat menurunkan bakteri *Escherichia coli* sebanyak 15,5 MPN/mL (100%). Dosis yang paling efektif untuk menurunkan bakteri *Escherichia coli* adalah tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L. Masyarakat disarankan untuk menggunakan dosis klorin 1,5 g/ 85L dan dosis tablet 2 g/ 85L untuk desinfeksi air.

Kata Kunci: Klorinator, *Escherichia coli*, Tablet Klorin,

**FACULTY OF HEALTH SCIENCES
SILIWANGI UNIVERSITY
TASIKMALAYA
PUBLIC HEALTH STUDY PROGRAM
ENVIRONMENTAL HEALTH CONCERNS
2025**

ABSTRACT

MELA WULANDARI

EFFECTIVENESS OF CHLORINE TABLETS USING A CHLORINATOR TUBE IN REDUCING *Escherichia coli* BACTERIA IN WELL WATER IN CIDAHU VILLAGE, GARUT REGENCY

*Dug well water originating from groundwater often causes problems. The results of an examination of one of the wells in Cidahu Village showed that the well water contained 15 APM/100 ml of *Escherichia coli*. The presence of *Escherichia coli* exceeded the threshold value of 0 APM/100 ml. This study aims to analyze the effectiveness of adding chlorine tablets in reducing *Escherichia coli* bacteria in well water in Cidahu Village. This study is a quantitative study with a quasi-experimental method and a posttest only control design. The independent variable in this study was the dose of chlorine tablets of 0 mg/l (control), 1 g/85L, 1.5 g/85L, and 2 g/85L using a chlorinator tube, and the dependent variable in this study was *Escherichia coli* bacteria in dug well water in Cidahu Village. Based on calculations using the Federer formula, the sample for this study was 24 well water samples before and after exposure to chlorine tablets. Sample selection used a purposive sampling method. Univariate and bivariate data analysis using One-Way Anova Test and continued with Post Hoc Test. The results of the research showed that chlorine tablets have an effect on reducing *Escherichia coli* bacteria with a p value = 0.0005. 1 g/85L chlorine tablets can reduce *Escherichia coli* bacteria by 13.3 MPN/mL (85.8%). 1.5 g/85L and 2 g/85L chlorine tablets can reduce *Escherichia coli* bacteria by 15.5 MPN/mL (100%). The most effective doses to reduce *Escherichia coli* bacteria are 1.5 g/85L and 2 g/85L chlorine tablets. The public is advised to use a chlorine dose of 1.5 g/85L and a tablet dose of 2 g/85L for water disinfection.*

Keywords: Chlorinator, *Escherichia coli*, Chlorine Tablets,

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Air menjadi dasar kebutuhan manusia bagi segala aspek kehidupan karena air adalah sumber kehidupan. Air digunakan untuk minum, mencuci, mandi, hingga berbagai aktivitas produksi. Air yang digunakan untuk minum dan berbagai aktivitas sehari-hari harus sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam Permenkes No 2 Tahun 2023 baik syarat fisika, kimia, maupun mikrobiologi. Sebagian masyarakat Indonesia menggunakan air bersih yang bersumber dari sumur gali.

Air sumur gali yang berasal dari air tanah kerap menimbulkan permasalahan. Salah satu permasalahan yang sering ditemukan adalah kualitas air yang digunakan masyarakat belum memenuhi standar, bahkan di beberapa wilayah tidak layak dikonsumsi. Air sumur gali yang berasal dari lapisan tanah pada kedalaman dangkal cenderung mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. Rembesan biasanya berasal dari tempat pembuangan kotoran manusia seperti kakus atau jamban, kotoran hewan, serta limbah sumur itu sendiri, baik karena lantai maupun saluran pembuangan air limbahnya yang tidak kedap air (sholikhah & Yulianto, 2019)

Penyediaan akses terhadap air bersih dan sanitasi yang memadai merupakan poin ke 6 dari *Sustainable Development Goals* (SDGs). Berdasarkan data dari WHO (2024) akses air yang layak di dunia pada tahun 2024 adalah 74% atau sekitar 2,1 miliar orang belum menikmati akses tersebut. Persentase

air yang layak di Wilayah asia timur dan tenggara adalah 75%. Pemerintah Indonesia menargetkan tercapainya 100% akses air bersih dan 70% sanitasi aman secara nasional pada 2045 melalui Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasioanal Tahun 2025-2045. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) melalui Survei Sosial Ekonomi Nasional tahun 2024, menunjukkan persentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap air minum layak di Indonesia adalah 92,64%.

Provinsi Jawa Barat berada di posisi sembilan pada tingkat nasional, dengan persentase 94,90%. Jawa Barat merupakan provinsi dengan persentase rumah tangga yang memiliki akses air minum layak terendah kedua di Pulau Jawa. Daerah di Jawa Barat yang memiliki persentase terendah adalah Kabupaten Garut, yaitu 85,37%. Berdasarkan data dari Dinas PUPR Kabupaten Garut persentase rumah tangga yang memiliki akses air minum layak di Kecamatan Karangpawitan adalah 92,42%.

Kecamatan Karangpawitan merupakan kecamatan dengan jumlah kasus diare terbanyak ketiga di Kabupaten Garut. Kasus diare berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kabupaten Garut pada tahun 2024 di Kecamatan Karangpawitan adalah sebanyak 2.672 kasus dengan presentase 1,8%. Kasus ini meningkat dari tahun sebelumnya yaitu tahun 2023 sebanyak 1.501 kasus dan tahun 2022 sebanyak 947 kasus. Persentase kasus diare di Desa Mekarsari adalah 1,35% meningkat dari tahun sebelumnya menjadi 325 kasus. Kasus diare terbanyak pada tahun 2024 di Desa Mekarsari adalah Kampung Cidahu yaitu sebanyak 52 Kasus. Berdasarkan data dari Puskesmas Karangmulya sarana air

bersih di Desa Mekarsari adalah sebanyak 58% dengan kebanyakan pemakai adalah sumur gali.

Air yang digunakan oleh masyarakat Kampung Cidahu berasal dari air situ dan juga air sumur gali. Jumlah sumur gali di Kampung Cidahu adalah sebanyak 16 sumur dengan 2 diantaranya adalah sumur umum. Berdasarkan jarak sumur dengan pembuangan limbah domestik yang paling dekat adalah sumur umum di RT 003 yaitu 7 meter. Hasil pemeriksaan air sumur tersebut di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Garut menunjukkan air sumur mengandung 15 APM/100 ml *Escherichia coli*. Keberadaan *Escherichia coli* ini melebihi nilai baku mutu dalam Permenkes No 2 Tahun 2023 yaitu 0 CFU/100 ml.

Keberadaan *Escherichia coli* dalam air mengindikasikan air tercemar dan pernah mengalami kontak dengan kotoran yang berasal dari usus manusia sehingga berpotensi mengandung mikroorganisme patogen lainnya (Masri & Purwaamijaya, 2022). Keberadaan bakteri *Escherichia coli* di air sumur gali di Kampung Cidahu ini salah satunya dipengaruhi oleh dekatnya jarak sumur dengan pembuangan tinja yaitu <10m. Menurut Sudarmadji et al. (2022) mengonsumsi atau menggunakan air tanah yang terkontaminasi dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti diare, muntaber, disentri, gatal-gatal dan gangguan kesehatan lainnya.

Dampak dari keberadaan bakteri *Escherichia coli* dalam air perlu dicegah dan dikendalikan. Pengendalian untuk mengurangi angka bakteri *Escherichia coli* adalah dengan melakukan penyehatan air. Penyehatan air

untuk menghilangkan mikrobiologi dalam air dapat dilakukan dengan desinfeksi. Desinfeksi merupakan proses pembuangan semua mikroorganisme patogen pada objek yang tidak hidup dengan pengecualian pada endospora bakteri (Akbar et al., 2021). Desinfeksi dapat dilakukan dengan menggunakan senyawa klor (klorin), klor dioksida, ozon, sinar uv, dan iodin. Desinfektan yang sering digunakan adalah klorin karena harganya yang murah dan cukup efektif. Efektif merupakan pencapaian untuk kinerja yang maksimal, yang berkaitan dengan kualitas, kuantitas, dan waktu.

Penggunaan klorin secara sederhana dan mudah dilakukan dengan media tabung klorinator. Penggunaan tabung klorinator terbukti efektif menurunkan coliform dan *E. coli* pada sistem penyediaan air komunal Desa Sukodono (Roslan et al., 2022). Penelitian Roslan dilakukan selama 1 bulan dengan pengambilan sampel setiap minggu pada tandon air, titik tengah, dan titik terjauh. Penelitian serupa dilakukan oleh Habibi et al. (2019) yang menunjukkan klorinator efektif dalam menurunkan total coliform dan *E. coli* di Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) ABC Bogor. Penelitian tersebut dilakukan dengan melihat perbedaan sebelum dan sesudah digunakan klorinator dalam waktu 1 minggu.

Hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan peneliti menunjukkan adanya perubahan jumlah bakteri *Escherichia coli* dari awalnya 15 APM/100mL menjadi <2 APM/100mL. Nilai tersebut menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* setelah dilakukan klorinasi menggunakan tabung klorinator dengan tablet klorin 2 g/ 85L, sebagaimana

yang dilakukan dalam penelitian Roslan et al. (2022) dan penelitian Habibi et al. (2019). Dosis 2 gram/ 85L klorin terbukti efektif menurunkan bakteri *Escherichia coli* hingga memenuhi baku mutu, maka hal ini dijadikan acuan untuk menurunkan dosis klorin guna memperoleh dosis yang lebih kecil namun kandungan *Escherichia coli* tetap memenuhi standar baku mutu.

Kandungan *Escherichia coli* yang terdapat pada air sumur dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan masyarakat sehingga perlu dilakukan penyehatan air yaitu desinfeksi. Adanya permasalahan *Escherichia coli* pada air sumur serta penelitian terdahulu mengenai klorinator menjadi landasan peneliti untuk meneliti efektifitas tablet klorin menggunakan tabung klorinator dalam menurunkan bakteri *Escherichia coli* pada air sumur di Kampung Cidahu.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana efektifitas penggunaan tablet klorin menggunakan tabung klorinator dalam mengurangi bakteri *Escherichia coli* pada air sumur di Kampung Cidahu?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Menganalisis efektifitas penggunaan tablet klorin dalam mengurangi bakteri *Escherichia coli* pada air sumur di Kampung Cidahu.

2. Tujuan Khusus

- a. Menganalisis efektifitas penggunaan tablet klorin 1 g/ 85L, 1,5 g/ 85L, dan 2 g/ 85L menggunakan tabung klorinator dalam mengurangi bakteri *E. coli*.
- b. Mengetahui dosis tablet klorin yang paling efektif dalam mengurangi bakteri *Escherichia coli*.

D. Ruang Lingkup Penelitian

1. Lingkup Masalah

Masalah yang diteliti dalam penelitian ini adalah efektifitas tablet klorin menggunakan tabung klorinator pada air sumur di Kampung Cidahu berdasarkan parameter bakteri *Escherichia coli*.

2. Lingkup Metode

Penelitian dilakukan dengan menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan metode *quasi eksperimen* dan desain *posttest only control design*.

3. Lingkup Keilmuan

Penelitian menggunakan lingkup keilmuan kesehatan masyarakat bidang kesehatan lingkungan.

4. Lingkup Tempat

Penelitian dilakukan di salah satu sumur warga di Kampung Cidahu Kabupaten Garut dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Ciamis.

5. Lingkup Waktu

Penelitian dilakukan pada bulan Juni-November 2025 dimulai dengan perizinan, penyusunan proposal, pengumpulan data, observasi, wawancara, intervensi, serta uji laboratorium.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap jurusan kesehatan masyarakat terutama peminatan kesehatan lingkungan terkait penyehatan air menggunakan klorinasi dalam mengurangi bakteri *E coli*.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat pengetahuan dan pengalaman yang lebih luas dalam melakukan penyehatan air.

b. Bagi Instansi

Penelitian diharapkan dapat menjadi referensi, tambahan ataupun masukan dalam penyehatan air menggunakan klorinasi sehingga air memenuhi baku mutu air yang sesuai dengan peraturan.

c. Bagi Pembaca

Penelitian dapat memberikan informasi mengenai klorinasi secara sederhana menggunakan tablet klorin dan tabung klorinator.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bakteri *Escherichia coli*

1. Pengertian Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* merupakan jenis bakteri coliform yang tergolong dalam famili Enterobacteriaceae yaitu bakteri yang mampu hidup dan bertahan di dalam saluran pencernaan. Bakteri *Escherichia coli* disebut *Escherichia coli* patogen karena dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Keberadaan bakteri *E. coli* umumnya berhubungan dengan kontaminasi yang berasal dari kotoran (feses), karena bakteri ini hidup pada di dalam usus manusia maupun hewan. Oleh karena itu, ditemukannya *E. coli* pada air atau pangan menunjukkan telah terjadi proses pengolahan yang terpapar oleh kotoran (Rahayu et al., 2018).

2. Karakteristik Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri Gram negatif yang berukuran sekitar 1.0–1.5 μm x 2.0–6.0 μm . Bakteri ini dapat bersifat tidak motil maupun motil dengan adanya flagela serta mampu tumbuh dengan atau tanpa oksigen karena bersifat fakultatif anaerobik. Selain itu, bakteri ini mampu bertahan pada media dengan kandungan nutrisi yang rendah. Karakteristik biokimia *E. coli* lainnya adalah memiliki kemampuan untuk menghasilkan indol, kurang mampu memfermentasi sitrat, dan menunjukkan hasil negatif pada analisis urease (Rahayu et al., 2018)

Secara fisiologi *E. coli* mampu untuk bertahan pada kondisi yang sulit dan dapat tumbuh baik di air tawar, air laut, atau air tanah. *Escherichia coli* memiliki waktu generasi sekitar 30 sampai 87 menit bergantung dari suhu. Suhu optimum bagi pertumbuhan *E. coli* adalah 37° C dengan waktu tersingkat generasi selama 30 menit. *E. coli* memiliki lebih dari 50 regulon yang disebut *general stress response* (GSR) dengan beberapa fungsi pertahanan sel seperti ketahanan terhadap tekanan osmotik, panas, pH, stres oksidatif, dan kekurangan nutrisi. (Rahayu et al., 2018)

3. Patogenitas Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli dapat menyebabkan timbulnya suatu gejala penyakit ketika berhasil masuk ke dalam tubuh inangnya. Bakteri ini mampu beradaptasi, bertahan, hingga menyerang sistem imun yang akhirnya menimbulkan penyakit. Proses patogenesis *Escherichia coli* dimulai dari kolonisasi pada area tertentu di permukaan usus (sel mukosa), pembelahan sel, perusakan sel usus, melintasi sel usus dan penetrasi ke dalam aliran darah, penempelan pada organ target, hingga akhirnya merusak organ (Rahayu et al., 2018)

Sebagian besar strain *E. coli* patogen menyerang bagian luar sel inang, namun tipe *Enteroinvasive Escherichia coli* (EIEC) memiliki kemampuan untuk menembus dan bereplikasi di dalam sel mukosa usus serta makrofag. Sifat patogenik *E. coli* diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis berdasarkan mekanisme patogenitas, virulensi, serta sindrom klinis yang ditimbulkan (Rahayu et al., 2018).

4. Bahaya *Escherichia coli* Patogen

Escherichia coli patogen dapat menyebabkan tiga jenis infeksi utama pada manusia, yaitu infeksi saluran pencernaan yang menyebabkan diare, infeksi pada saluran kemih, serta meningitis pada bayi baru lahir (meningitis neonatal) (Rahayu et al., 2018).

B. Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari dengan kualitas yang memenuhi persyaratan kesehatan air bersih serta aman untuk diminum setelah melalui proses perebusan (Akbar et al., 2021). Kualitas air bersih meliputi fisika, kimia, biologi, dan radioaktif perlu dilakukan pemantauan secara kontinyu. Ketika salah satu parameter melebihi baku mutu perlu dilakukan penyehatan air untuk menjamin tersedianya air yang sesuai dengan baku mutu.

1. Sumber Air Bersih

Air bersih dapat berasal dari air permukaan, air angkasa, air tanah, serta air PAM (Khambali et al., 2023).

a. Air Permukaan

Air permukaan merupakan air hujan yang mengalir di atas permukaan bumi. Dalam proses alirannya, air tersebut dapat tercemar oleh berbagai bahan pencemar seperti lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, limbah industri kota, dan berbagai material lainnya (Khambali et al., 2023).

b. Air Angkasa

Air angkasa atau air hujan adalah air murni yang berasal dari sublimasi uap air di udara yang ketika turun melarutkan benda-benda di udara yang dapat mengotori dan mencemari air hujan.

c. Air Tanah

Air tanah berasal dari air hujan yang meresap ke dalam lapisan bumi dan tertahan di dalamnya. karena sudah melalui lapisan-lapisan berpori air ini umumnya bebas dari zat tersuspensi dan kaya akan mineral. Berdasarkan letaknya, air tanah dibedakan menjadi dua, yaitu:

1) Air tanah freatik (dangkal)

Air tanah pada permukaan yang dangkal dimana letaknya tidak jauh dari permukaan tanah dan berada diatas lapisan kedap air contohnya ada pada air sumur.

2) Air tanah Artesis (Dalam)

Air tanah yang terletak di antara lapisan akuifer dan batuan kedap air, contohnya sumur artesis. Air Artesis disebut juga dengan air tanah dalam, karena dapat ditemukan pada kedalaman 30 -80 meter dari permukaan tanah. Air tanah ini dapat diminum atau dikonsumsi secara langsung karena sudah mengalami penyaringan secara sempurna dan terbebas dari kuman ataupun bakteri.

d. Air PDAM

PDAM merupakan Perusahaan Daerah Air Minum untuk mendistribusikan air bersih kepada masyarakat. Air PDAM berasal dari

air permukaan yang mengalir dan diolah sehingga menjadi air bersih yang layak pakai.

2. Faktor yang mempengaruhi kualitas air

Menurut Mardizal et al. (2024) kualitas air tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

a. Aktivitas manusia

Aktivitas manusia yang menghasilkan limbah industri, limbah pertanian, limbah domestik, dan aktivitas pertambangan merupakan sumber utama pencemaran air tanah oleh zat-zat berbahaya seperti logam berat, pestisida, dan bahan kimia organik. Selain itu, praktik pengelolaan limbah yang buruk juga dapat mengakibatkan pencemaran air tanah.

b. Sifat Geologi

Karakteristik geologi dapat mempengaruhi kualitas air tanah, seperti jenis tanah, batuan, dan akuifer. Misalnya, tanah dengan tingkat infiltrasi yang rendah cenderung memiliki tingkat pencemaran air tanah yang lebih tinggi karena air tidak disaring dengan baik oleh tanah.

c. Hidrologi

Pola aliran tanah dan perubahan tata guna lahan juga dapat memengaruhi kualitas air tanah. Perubahan tata guna lahan seperti urbanisasi dapat meningkatkan aliran permukaan air yang membawa polutan ke dalam akuifer, sedangkan pola aliran air tanah yang lambat dapat memperpanjang waktu tinggal polutan di dalam akuifer

d. Perubahan iklim

Perubahan iklim global dapat mempengaruhi pola curah hujan dan suhu, yang pada gilirannya dapat memengaruhi kualitas air tanah. Curah hujan yang meningkat dapat menyebabkan peningkatan aliran permukaan yang membawa polutan ke dalam akuifer, sementara kenaikan suhu dapat mempengaruhi kelarutan zat-zat kimia dalam air.

3. Parameter Air Bersih

Parameter – parameter utama air yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas air tanah menurut Mardizal et al. (2024) diantaranya:

a. Parameter Fisika

Parameter fisika meliputi suhu, warna, dan kejernihan air. Suhu air tanah dapat memengaruhi kelarutan zat-zat kimia di dalamnya. Sementara warna dan kejernihan dapat menjadi indikator adanya zat – zat terlarut atau partikel padat.

b. Parameter Kimia

Parameter kimia meliputi pH, konsentrasi oksigen terlarut, konsentrasi logam berat, dan konsentrasi nutrisi seperti nitrogen dan fosfor. pH yang ekstrim dapat menghambat pertumbuhan organisme akuatik, sedangkan konsentrasi oksigen yang rendah dapat menyebabkan “kematian” bagi ekosistem air tanah. Logam berat seperti timbal dan merkuri dapat bersifat toksik bagi organisme, sementara konsentrasi nutrisi yang berlebihan dapat menyebabkan eutrofikasi dan pertumbuhan alga yang berlebihan.

c. Parameter Biologi

Meliputi keberadaan mikroorganisme patogen dan organisme makroinvertebrata. Keberadaan mikroorganisme patogen seperti bakteri yang berasal dari limbah domestik atau industri dapat membahayakan kesehatan manusia. Organisme makroinvertebrata seperti larva serangga dan cacing tanah dapat menjadi indikator kesehatan ekosistem air tanah.

4. Baku Mutu Air Bersih

Baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi berdasarkan Permenkes No 2 Tahun 2023 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi Menurut Permenkes No 2 Tahun 2023

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Satuan
Mikrobiologi			
1.	<i>Escherichia coli</i>	0	CFU/100ml
2.	Total Coliform	0	CFU/100ml
Fisik			
3.	Suhu	Suhu udara ± 3	$^{\circ}\text{C}$
4.	Total Dissolve Solid	<300	mg/l
5.	Kekeruhan	<3	NTU
6.	Warna	10	TCU
7.	Bau	Tidak berbau	-
Kimia			
8.	pH	6,5 – 8,5	-
9.	Nitrat	20	mg/l
10.	Nitrit	3	mg/l
11.	Kromium valensi 6	0,01	mg/l
12.	Besi (Fe)	0,2	mg/l
13.	Mangan (Mn)	0,1	mg/l

Baku mutu kandungan *Escherichia coli* dalam air adalah sebanyak 0 CFU/100ml atau dengan kata lain tidak boleh ada *Escherichia coli* dalam air.

C. Desinfeksi Air Bersih

Desinfeksi adalah proses untuk memusnahkan patogen yang dapat menimbulkan penyakit. Menurut Syahputra et al. (2022) desinfeksi adalah proses untuk membunuh bakteri-bakteri patogen penyebab penyakit, mikroorganisme dan sebagai oksidator dalam air. Desinfeksi berbeda dengan sterilisasi, karena pada proses sterilisasi seluruh mikroorganisme akan mati, sedangkan pada desinfeksi ada beberapa spora bakteri yang lebih tahan terhadap desinfeksi dibanding bentuk vegetatif.

1. Metode Desinfeksi

Metode desinfeksi yang sering digunakan menurut Syahputra et al. (2022) adalah klorinasi, ozonasi, klorin dioksida, pemanasan ultraviolet, dan desinfeksi dengan pH tinggi.

a. Klorinasi

Klorinasi merupakan salah satu bentuk pengolahan air yang bertujuan untuk membunuh kuman dan mengoksidasi bahan-bahan kimia dalam air. Klorin ini banyak digunakan dalam pengolahan limbah industri, air kolam renang, dan air minum di negara-negara sedang berkembang karena sebagai desinfektan, biayanya relatif murah, mudah, dan efektif. Senyawa-senyawa klor yang umum digunakan dalam proses klorinasi, antara lain, gas klorin, senyawa hipoklorit, klor dioksida, bromin klorida, dihidroisosianurat dan kloramin (BBTKLPP Surabaya, 2021). Kemampuan desinfeksi klorin berasal dari sifat propertisnya sebagai oksidator kuat. Klorin mengoksidasi enzim yang berfungsi

sebagai proses metabolis pada mikroorganisme. Ada dua jenis reaksi yang terjadi jika klorin dibubuhkan kedalam air, yaitu hidrolisis dan ionisasi.

b. Ozonisasi

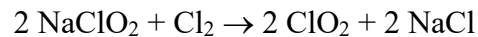
Ozon merupakan senyawa yang mampu membunuh bakteri dan mempunyai daya oksidasi yang kuat. Oksidator ini sekarang digunakan sebagai disinfektan utama untuk membunuh atau menginaktivasi mikroorganisme patogen dan untuk mengoksidasi zat besi dan mangan, senyawa penyebab rasa dan bau, warna, zat organik, deterjen, fenol serta zat organik lain. Sebagai disinfektan, ozon dapat dengan cepat membunuh virus, bakteri dan jamur serta mikroorganisme lainnya.

Desinfeksi dengan ozon memiliki beberapa kelebihan seperti tidak adanya bau yang tajam seperti desinfeksi dengan klorin, ozon juga dapat membuat air menjadi lebih segar. Ozon dapat diterapkan pada beberapa titik pada pengolahan air konvensional. Efektifitasnya sebagai disinfektan tidak bisa dikontrol oleh pH, dan tidak bereaksi dengan amonia. Namun, ditinjau dari biaya konstruksi, operasi, dan pemeliharaan desinfeksi dengan ozon lebih mahal dari pada klorinasi dan desinfeksi dengan UV.

c. Klorin Dioksida (ClO_2)

Klor dioksida tidak membentuk trihalomethan (THM), juga tidak beraksi dengan amonia untuk menjadi Kloramin. Oleh karena itu zat ini banyak digunakan sebagai disinfektan pada pengolahan air

minum. Oleh karena tidak dapat disimpan dalam keadaan tertekan dalam tanki, maka klorin dioksida harus diproduksi di tempat. Klor dioksida (ClO_2) dihasilkan dari reaksi gas klor dengan sodium klorit sesuai dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



atau dapat juga dihasilkan dari reaksi antara asam klorida (HCl) dengan sodium atau natrium klorit dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



ClO_2 tidak terhidrolisa dalam air namun berada sebagai gas terlarut.

Dalam larutan alkali, zat ini membentuk klorit dan klorat :



Pada pengolahan air, klorit paling banyak terbentuk. Untuk mengurangi pembentukan THM, ClO_2 digunakan sebagai preoksidan dan disinfektan utama kemudian diikuti dengan penambahan klor untuk menjaga residual klor.

d. Pemanasan Ultra Violet

Disinfeksi dengan ultraviolet pertama dilakukan pada permulaan abad ini, namun terabaikan karena klorinasi lebih disukai. Namun akhir-akhir ini populer kembali karena ditemukan teknologi yang lebih baik. Sistem UV menggunakan lampu merkuri tekanan rendah yang tertutup dalam tabung *quartz*. Tabung dicelupkan dalam air yang mengalir dalam tanki sehingga tersinari oleh radiasi UV dengan panjang gelombang sebesar 2537 Å yang bersifat *germmicidal*. Namun transmisi UV

dengan quartz berkurang sejalan dengan penggunaan yang terus menerus. Oleh karena itu lampu quartz harus dibersihkan secara teratur dengan cara pembersihan mekanik, kimiawi dan ultrasonik.

e. Desinfeksi dengan PH Tinggi

Desinfeksi dengan pH tinggi sudah dijalankan sejak dahulu, karena alasan murah dan memberikan kenyataan tingkat menghilangkan bakteri maupun virus cukup baik. Untuk diterapkan pada air selanjutnya harus dinetralkan yang merupakan penambahan kerja pada proses. Waktu antara 1,5 – 3,5 jam diperlukan untuk membunuh fase coli pada pH 11,2 – 11,3.

2. Faktor yang Mempengaruhi Desinfeksi

Kemampuan desinfeksi dipengaruhi beberapa faktor yaitu konsentrasi desinfektan, waktu kontak, jenis dan jumlah mikroorganisme dan temperatur. Semakin besar konsentrasi desinfektan semakin besar pula laju desinfeksinya, sedangkan jenis desinfektan akan menentukan nilai koefisien pemusnahan spesifik. Menurut Said (2008) faktor yang mempengaruhi desinfeksi adalah:

a. Jenis Desinfeksi

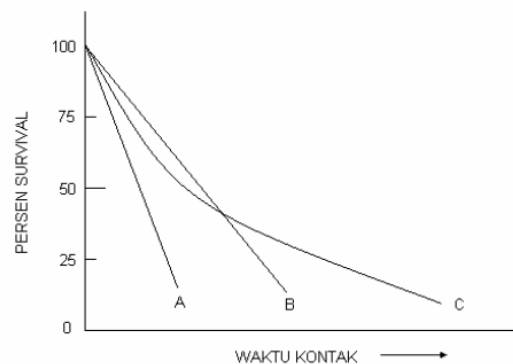
Efisiensi desinfektan tergantung pada jenis bahan kimia yang digunakan, beberapa desinfektan seperti ozon dan klorin dioksida merupakan oksidator yang kuat dibandingkan dengan yang lainnya seperti klorin.

b. Jenis Mikroorganisme

Di alam terdapat banyak sekali variasi mikroba patogen yang resisten terhadap disinfektan. Bakteri pembentuk spora umumnya lebih resisten terhadap disinfektan dibandingkan bakteri vegetatif. Terdapat juga variasi dari bakteri vegetatif yang resisten terhadap disinfektan dan juga diantara strain yang termasuk dalam spesies yang sama. Sebagai contoh *Legionella pneumophila* lebih tahan terhadap klorin dibandingkan *Escherichia coli*. Secara umum resistensi terhadap disinfeksi berurutan sebagai berikut : bakteri vegetatif < virus enteric < bakteri pembentuk spora (*spore-forming bacteria*) < kista protozoa.

c. Konsentrasi disinfektan dan waktu kontak

Inaktivasi mikroorganisme patogen oleh senyawa disinfektan bertambah sesuai dengan waktu kontak, dan idealnya mengikuti kinetika reaksi orde satu.



Gambar 2. 1 Kurva Waktu Kontak terhadap Ketahanan Mikroorganisme

Kurva A menunjukkan populasi mikroorganisme homogen yang sensitif terhadap disinfektan, Sedangkan kurva B menunjukkan populasi mikroorganisme homogen yang agak tahan terhadap disinfektan.

Efektifitas disinfektan dapat digambarkan sebagai $C.t$. C adalah konsentrasi disinfektan dan t adalah waktu yang diperlukan untuk proses inaktivasi sejumlah persentasi tertentu dari populasi pada kondisi tertentu (pH dan suhu). Hubungan antara konsentrasi disinfektan dengan waktu kontak diberikan oleh hukum Watson sebagai berikut:

$$K = C^n t$$

Dimana:

- K = Konstanta mikroorganisme tertentu yang terpapar disinfektan pada kondisi tertentu
- C = Konsentrasi disinfektan (mg/l).
- T = Waktu yang diperlukan untuk memusnahkan persentasi tertentu dari populasi (menit)
- n = Konstanta yang disebut koefisien pelarutan.

Apabila t diplot terhadap C pada kertas logaritma ganda (log-log), n adalah slope atau kemiringan dari garis lurus. Nilai n menunjukkan pentingnya konsentrasi disinfektan atau waktu kontak dalam proses inaktivasi mikroorganisme. Apabila $n < 1$, proses disinfeksi lebih dipengaruhi oleh waktu kontak dibandingkan dengan konsentrasi disinfektan. Apabila $n > 1$, jumlah disinfektan merupakan faktor dominan yang mengontrol proses disinfeksi, namun demikian nilai n umumnya mendekati 1.

d. pH

Dalam hal disinfeksi dengan senyawa klor, pH akan mengontrol jumlah $HOCl$ (asam hipoklorit) dan OCl^- (hipoklorit) dalam larutan.

HOCl 80 kali lebih efektif dari pada OCl⁻ untuk *Escherichia coli*. Dalam proses disinfeksi dengan klor, harga Ct meningkat sejalan dengan kenaikan pH. Sebaliknya inaktivasi bakteri, virus dan kista protozoa umumnya lebih efektif pada pH tinggi. Pengaruh pH pada inaktivasi mikroba dengan kloramin tidak diketahui secara pasti karena adanya hasil yang bertentangan. Pengaruh pH pada inaktivasi patogen dengan ozon juga belum banyak diketahui secara pasti.

Klorin dapat bekerja dengan efektif sehingga desinfektan jika berada dalam air dengan pH sekitar 7. Klorinasi tidak akan efektif jika pH air lebih dari 7.2 atau kurang dari 6.8. Jika nilai pH air lebih dari 8,5, maka 90% dari asam hipoklorit itu akan mengalami ionisasi menjadi ion hipoklorit. Dengan demikian, khasiat desinfektan yang memiliki klorin menjadi lemah atau berkurang (Roslan et al., 2022)

e. Suhu

Inaktivasi patogen dan parasit meningkat sejalan dengan meningkatnya suhu.

f. Pengaruh kimia dan fisika pada disinfeksi

Beberapa senyawa kimia yang dapat mempengaruhi proses disinfeksi antara lain adalah senyawa nitrogen anorganik maupun organik, besi, mangan dan hidrogen sulfida. Senyawa organik terlarut juga menambah kebutuhan klor dan keberadaannya menyebabkan penurunan efisiensi proses disinfeksi.

Kekeruhan dalam air disebabkan adanya senyawa anorganik (misal lumpur, tanah liat, oksida besi) dan zat organik serta sel-sel mikroba. Kekeruhan diukur dengan adanya pantulan cahaya (*light scattering*) oleh partikel dalam air. Hal ini dapat mengganggu pengamatan coliform dalam air, disamping itu kekeruhan dapat menurunkan efisiensi klor maupun senyawa disinfektan yang lain. Kekeruhan (*turbidity*) harus dihilangkan karena mikroorganisme yang bergabung partikel yang ada di dalam air akan lebih resistan terhadap disinfektan dibandingkan dengan mikroorganisme yang bebas. Gabungan Total Organic Carbon (TOC) dengan kekeruhan akan menaikkan kebutuhan klor. Mikroorganisme jika bergabung dengan zat kotoran manusia, sampah dan padatan air buangan akan tahan terhadap disinfektan

Efek proteksi dari partikel di dalam air terhadap ketahanan mikroorganisme di dalam proses disinfeksi tergantung pada ukuran dan sifat alami dari partikel tersebut. Sel yang bergabung dengan poliovirus lebih tahan terhadap inaktivasi klor, sedangkan bentonit dan aluminium phospat bila bergabung dengan virus tidak memberikan efek proteksi seperti tersebut di atas. Virus dan bakteri yang bergabung dengan bentonit tidak tahan terhadap inaktivasi ozon. Virus yang bergabung dengan padatan lebih tahan terhadap klor dari pada keadaan bebas. Menurunkan kekeruhan ke tingkat lebih kecil dari 0,1 NTU dapat

menjadi ukuran untuk menghindari efek proteksi dari partikel pada saat proses disinfeksi.

g. Faktor lain

Patogen dan indikator bakteri yang ditumbuhkan di laboratorium lebih sensitif terhadap disinfektan dari pada yang berada di alam (Said, 2008). *Flavobacterium* yang berada di alam 200 kali lebih tahan terhadap klor daripada yang dibiakkan di laboratorium. *Klebsiella pneumoniae* lebih tahan terhadap kloramin apabila tumbuh pada kondisi nutrient rendah. Penambahan ketahanan terhadap kloramin disebabkan oleh beberapa faktor faal (*physiological factors*), misal penambahan pengelompokan sel dan produksi *extracellular polymer*, perubahan membran lipid, dan pengurangan oksidasi kelompok *sulphydryl*. Kekebalan yang terjadi pada strain bakteri alami karena keterbatasan makanan dan zat perusak seperti disinfektan, mungkin pula disebabkan oleh sintesis dari protein tertekan, namun prosesnya tidak dapat dimengerti. Fenomenanya masih menjadi tanda tanya karena tidak bergunanya data desinfeksi di laboratorium untuk mengamati inaktivasi patogen pada keadaan di lapangan. Paparan pertama dapat menambah ketahanan mikroba terhadap disinfektan. Paparan pengulangan mikroorganisme pada klor menghasilkan adanya bakteri dan virus tertentu yang tahan terhadap disinfektan. Penggabungan mikroorganisme patogen umumnya mengurangi efisiensi disinfektan.

D. Klorinasi

Klorinasi adalah proses pengolahan air minum dengan menambahkan klorin ke dalam air sehingga air terhindar dari mikroorganisme patogen. Klorinasi merupakan salah satu bentuk pengolahan air yang bertujuan untuk membunuh kuman dan mengoksidasi bahan-bahan kimia dalam air ((Roslan et al., 2022)). Dua faktor terpenting yang menentukan efektivitas disinfeksi dengan klorin adalah konsentrasi klorin dan waktu kontak klorin. pH air, kekeruhan air, paparan sinar matahari serta suhu air juga memainkan peran penting. (Tamjidillah & Ramadhan, 2023).

1. Jenis – Jenis Klorin

Jenis klorin menurut Ali (2010) diantaranya klorin cair (*liquid Klorin*), senyawa hipoklorit, *Klorid of lime* (CaOCl_2) dan klorin dioksida (ClO_2).

a. Klorin Cair (*Liquid Klorin*)

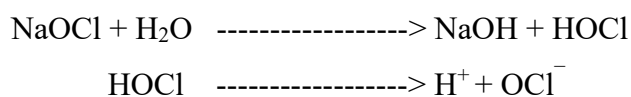
Klorin cair adalah gas klor yang dikondisikan pada tekanan dan temperatur tertentu sehingga berbentuk cair. Besar tekanan yang dibutuhkan kurang lebih 2,66 atmosfer pada tekanan 0°C , sedangkan pada temperatur 100°C tekanan yang dibutuhkan sebesar 41 atmosfer. Untuk menjaga tekanan yang besar tersebut, cairan klorin disimpan dalam tabung yang terbuat dari baja. Pada kondisi udara luar cairan klor ini berbentuk gas sehingga untuk pelaksanaan injeksi tabung penampung tersebut cukup dihubungkan dengan pipa dan dilakukan pengaturan debit dan tekanannya.

b. Senyawa Hipoklorit

Hipoklorit merupakan bentuk senyawa klor dengan potensial oksidasi yang tinggi yang hampir sama dengan potensial oksidasi gas klor. Hipoklorit dapat dihasilkan dari hidrolisa garam – garam klorida dimana penyebarannya tergantung dari pH dan temperatur air.

1) Sodium Hipoklorit (NaOCl)

Sodium hipoklorit (NaOCl) berbentuk garam dengan kandungan klor tersedia sebesar 5 – 15 %. Pemilihan kekuatan larutan dan lokasi tempat penyimpanan dapat dipengaruhi oleh sifat membeku, dimana titik beku minimum kira – kira -20°F terjadi untuk konsentrasi 18 %. Pembekuan terjadi kira – kira pada 10°F dan 22°F berturut – turut dalam dan 5 % larutan. Kandungan ini akan mengalami degradasi selama penyimpanan sehingga pengontrolan larutan harus dilakukan. Sodium hipoklorit (NaOCl) tidak ekonomis bila dibandingkan dengan gas klor, karena dengan kadar klor tersedia yang rendah maka bahan yang dibutuhkan dalam pembubuhan akan jauh lebih banyak. Sodium hipoklorit mempunyai tingkat korosifitas yang tinggi, tidak stabil, membutuhkan tempat penyimpanan dengan temperatur di bawah 85°C dan pada kondisi asam dapat melepaskan gas klor ke udara. Senyawa ini banyak digunakan untuk instalasi kecil. Dalam air sodium Hipoklorit akan terhidrolisa menurut reaksi sebagai berikut:



Dengan naiknya nilai pH keberadaan HOCl akan menurun sedang konsentrasi OCl^- semakin meningkat.

2) Kalsium Hipoklorit

Kalsium hipoklorit $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ umum disebut pula kaporit yang merupakan padatan bubuk berwarna putih non higroskopik, korosif, menimbulkan bau klor dan mengandung klor tersedia sebesar 60 – 70 %. Senyawa ini lebih sering dipergunakan dari pada CaOCl_2 (Kloride of lime), karena sifatnya yang lebih stabil dan lebih melarut dalam air. Untuk menjaga kestabilan dalam air sering ditambahkan soda abu (Na_2CO_3) yang akan membentuk NaOCl dan CaCO_3 sebagai endapan. Cara pemakaiannya secara umum adalah dengan dilarutkan dalam tangki pelarut secara batch didekat titik aplikasi kemudian cairannya dialirkan ke titik aplikasi. Sedangkan endapan yang dihasilkan ditahan dalam tangki. Bahan yang dibutuhkan dengan menggunakan senyawa ini lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan gas klor.

Setelah terjadi wabah kolera di Hamburg, orang barat mulai mendesinfeksi air minum dan desinfektan yang dipakai adalah kalsium hipoklorit. Jadi kaporit adalah desinfektan yang tertua. Di Indonesia untuk mendesinfeksi air minum banyak digunakan kaporit sebagai desinfektan, terutama oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Perusahaan garam dan soda negara (PGSN) sudah dapat memproduksi kaporit dan produksinya pun sudah dapat memenuhi

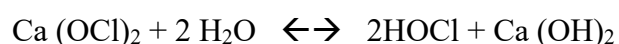
kebutuhan nasional sehingga kita tidak perlu mengimport kaporit lagi. Dengan demikian harga menjadi semakin murah. Rumus kimia dari kaporit adalah $\text{Ca}(\text{OCl})_2$.

Menurut Roslan et al. (2022) tablet/serbuk klorin merupakan pilihan utama karena harganya murah, kerjanya cepat, efisien, dan mudah digunakan. Tablet/serbuk klorin harus digunakan secara hati-hati selain beracun juga dapat menimbulkan iritasi pada kulit. Namun demikian dalam kadar tertentu aman untuk digunakan selain sifatnya mudah menguap.

c. *Kloride Of Lime* (CaOCl_2)

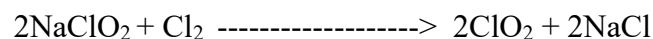
Kapur klorida (*Kloride of lime*) disebut juga kelantang berbentuk padat dengan kandungan klor tersedia sebesar 25 – 37 %. Senyawa ini tidak stabil dan mudah terdegradasi sehingga harus disimpan dalam drum dan ditempatkan pada udara dingin dan kering. Kapur klorida mengandung kapur yang tidak larut dalam air dan mengandung *suspended solid* yang menyebabkan kekeruhan. Dalam penerapan harus dilarutkan dahulu pada tangki penjenuh, sehingga kapur yang ada diendapkan dan larutan klor dipisahkan untuk diinjeksikan. Kaporit akan bereaksi sama seperti Cl_2 yang

dilarutkan dalam air, yaitu seperti reaksi di bawah ini :



d. Klorin Dioksida (ClO_2)

Klorin dioksida jarang digunakan untuk desinfeksi. Klor dioksida berupa gas berwarna hijau kekuningan pada suhu kamar. Senyawa ini cepat terdegradasi oleh sinar ultraviolet dan sensitive terhadap temperatur dan tekanan, serta mudah meledak. Senyawa ini mempunyai potensial oksidasi yang hampir sama dengan asam Hipoklorit. Oleh karena itu senyawa ini disiapkan pada tempat dan waktu yang digunakan (*on site*), sehingga membutuhkan pembangkit dalam penggunaannya. Klor dioksida bisa dihasilkan dari campuran gas klor dengan sodium hipoklorit. Klorin dioksida dalam air tidak stabil dan mudah mengalami perubahan bentuk dan potensial oksidasi pada perubahan pH atau oleh kehadiran amonia. Klorin dioksida dalam air dapat dikontrol dengan memberikan sodium klorin oksida menurut reaksi sebagai berikut:



Untuk waktu kontak yang pendek ClO_2 lebih menarik untuk digunakan. Apabila karakteristik air banyak mengandung senyawa pengotor penggunaan materi ini menjadi tidak efektif.

2. Cara Kerja Klorinasi

Cara kerja klorin dalam membunuh kuman yaitu dengan merusak struktur sel organisme, sehingga kuman akan mati. Jika air mengandung lumpur, bakteri dapat bersembunyi di dalamnya dan tidak dapat dicapai oleh klorin. Klorin membutuhkan waktu untuk membunuh semua organisme.

Pada air yang bersuhu lebih tinggi atau sekitar 18°C, klorin harus berada dalam air paling tidak selama 30 menit. Jika air lebih dingin, waktu kontak harus ditingkatkan. Klorin ditambahkan ke air segera setelah air dimasukkan ke dalam tangki penyimpanan atau pipa penyalur agar zat kimia tersebut mempunyai cukup waktu untuk bereaksi dengan air sebelum mencapai konsumen.

Klorin menyebabkan dua jenis kerusakan pada sel bakteri. Jenis kerusakan tersebut adalah (Said, 2008) :

- a. Perusakan kemampuan permeabilitas sel (*disruption of cell permeability*).

Klor bebas dapat merusak membran sel bakteri, sehingga kehilangan kemampuan permeabilitasnya (kemampuan menembus) dan mengalami gangguan fungsi sel lainnya. Paparan klor mengakibatkan kebocoran protein, RNA dan DNA dari dalam sel. Kematian sel terjadi akibat pelepasan *Total Organic Carbon* (TOC) dan senyawa yang menyerap sinar UV, penurunan penyerapan kalium, serta berkurangnya sintesis protein dan DNA. Kerusakan pada kemampuan permeabilitas juga menjadi penyebab hancurnya spora bakteri oleh klor.

- b. Perusakan asam nukelat dan enzim (*Damage to nucleic acids and enzymes*)

Klorin juga merusak asam nukleat serta enzim pada bakteri. Penurunan aktivitas katalis disebabkan oleh hidrogen peroksida. Mekanisme kerja klor terhadap virus bergantung pada jenis virusnya.

Pada bakteriofage dan poliovirus tipe 1, kerusakan asam nukleat merupakan mekanisme utama inaktivasi, sedangkan pada jenis virus lain, pelapis protein merupakan sasaran utama.

3. Prinsip-Prinsip Pemberian Klorin

Menurut Roslan et al. (2022) terdapat beberapa prinsip yang perlu diperhatikan ketika melakukan proses klorinasi, antara lain:

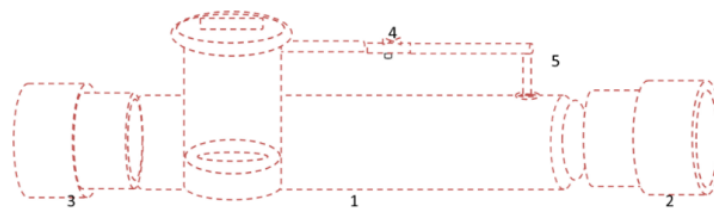
- a. Air harus jernih dan tidak keruh karena kekeruhan pada air akan menghambat proses klorinasi.
- b. Kebutuhan klorin harus diperhitungkan secara cermat agar dapat dengan efektif mengoksidasi bahan-bahan organik dan dapat membunuh kuman patogen dan meninggalkan sisa klorin bebas dalam air.
- c. Tujuan klorinasi pada air adalah untuk mempertahankan sisa klorin bebas sebesar 0,2 mg/l didalam air. Nilai tersebut merupakan *margin of safety* (nilai batas keamanan) pada air untuk membunuh kuman patogen yang mengkontaminasi pada saat penyimpanan dan pendistribusian air.
- d. Dosis klorin yang tepat adalah jumlah klorin dalam air yang dapat dipakai untuk membunuh kuman patogen serta untuk mengoksidasi bahan organik dan untuk meninggalkan sisa klorin bebas sebesar 0,2 mg/l dalam air

4. Bahaya Klorin terhadap Manusia

Klorin merupakan senyawa oksidator kuat yang berbahaya jika masuk kedalam tubuh manusia. Klorin berpotensi menyebabkan iritasi mata, kulit dan iritasi saluran pernafasan atas (Hayat, 2020)

E. Tabung Klorinator

Tabung klorinator merupakan alat sederhana yang berfungsi untuk mengalirkan disinfektan seperti klorin (Cl) yang berfungsi untuk mengurangi kontaminan berupa mikroorganisme patogen di dalam air (Habibi et al., 2019). Tabung klorinator dapat berupa tabung dengan ball valve ataupun tanpa ball valve. Penggunaan ball valve pada tabung klorinator adalah untuk mengatur banyaknya air yang mengenai klorin. Salah satu desain tabung klorinator dengan *ball valve* yang dibuat oleh BBTKLPP Surabaya (2021) adalah sebagai berikut:

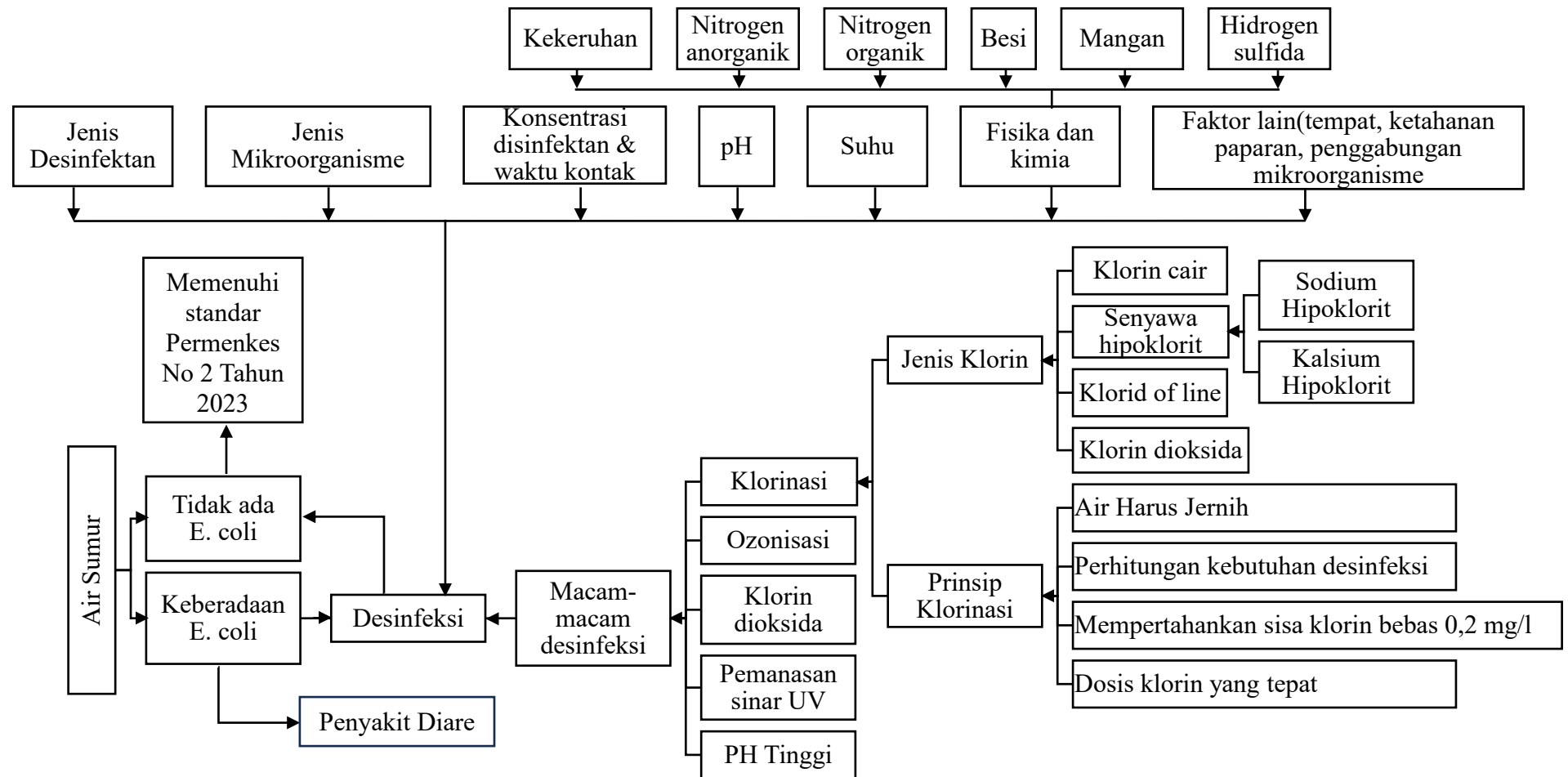


Gambar 2. 2 Desain Tabung Klorinator

Keterangan:

1. Tabung untuk tempat mengisi tablet Klorin
2. Tabung bodi
3. Shock PVC untuk penyambung pipa
4. Stop kran sebagai pengatur keluarnya larutan Klorin
5. Pipa penghubung dari tabung chlor ke pipa pipa distribusi

F. Kerangka Teori

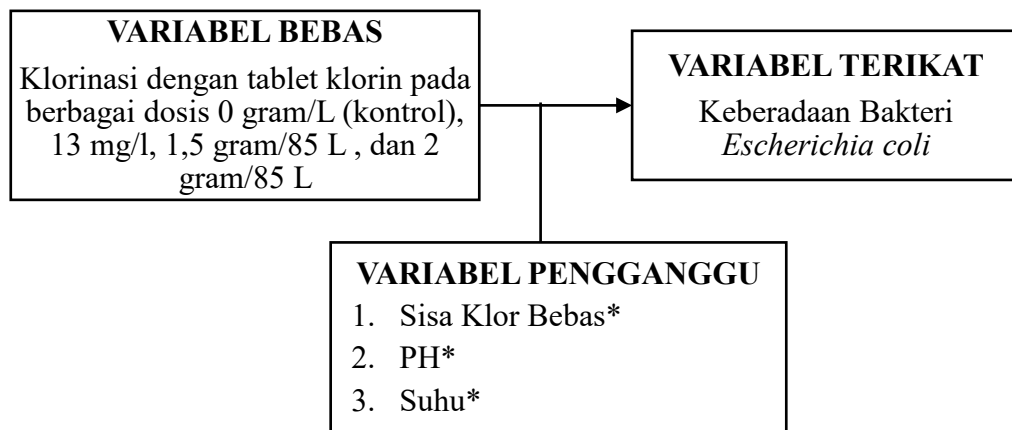


Gambar 2. 3 Kerangka Teori Modifikasi dari Said (2008) , Ali (2010), Syahputra et al. (2022) & Ruslan et.al. (2022)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep



* = variabel yang diukur namun tidak dilakukan uji bivariat

B. Hipotesis Penelitian

1. Terdapat perbedaan signifikan jumlah bakteri *Escherichia coli* sebelum dan sesudah klorinasi pada berbagai dosis tablet.
2. Terdapat dosis efektif penggunaan tablet klorin terhadap pengurangan bakteri *Escherichia coli*

C. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tablet klorin dalam berbagai dosis yaitu (0 gram/L (kontrol), 1 g/ 85L, 1,5 g/ 85L, dan 2 g/ 85L) menggunakan tabung klorinator

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah bakteri *Escherichia coli* pada air sumur gali di Kampung Cidahu.

3. Variabel Pengganggu

Variabel pengganggu dalam penelitian ini adalah sisa klor bebas, pH, dan suhu.

D. Definisi Operasional

Variabel pada penelitian ini diberikan definisi operasional sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1	Keberadaan Bakteri <i>E. coli</i>	Banyaknya <i>E. coli</i> pada air yang akan dihitung melalui metode MPN	Tabel MPN	Banyaknya <i>E. coli</i> /100 ml air	Rasio
2	Dosis Klorin Tablet	Takaran penambahan kaporit tablet dalam tabung klorinator	Timbangan digital	Banyaknya kaporit dalam takaran dosis 1 g/ 85L, 1,5 g/ 85L, dan 2 g/ 85L.	Ordinal
3	Sisa klor bebas	Jumlah klorin yang tersisa pada air setelah dilakukannya klorinasi, dengan baku mutu sisa klor bebas 0,2 mg/l	<i>Chorine Tester</i>	Sejumlah klor yang tersisa dalam air dalam satuan mg/l	Rasio

4	pH	Derajat keasaman atau kebasaan air bersih atau larutan.	pH meter	Nilai derajat keasaman suatu larutan	Rasio
6	Suhu	Ukuran kuantitatif terhadap temperatur panas dan dingin	Termometer	Nilai suhu suatu temperatur °C	Rasio

E. Desain Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan metode *quasi eksperimen* dan desain *posttest only control design*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui efektifitas tablet klorin 1 g/ 85L, 1,5 g/ 85L, dan 2 g/ 85L menggunakan tabung klorinator dalam mengurangi kadar bakteri *Escherichia coli*. Penelitian *quasi eksperimental* merupakan penelitian yang peneliti tidak dapat mengontrol semua variabel luar yang mempengaruhi jalannya eksperimen (Sugiyono & Puspandhani, 2020).

Posttest only control design merupakan desain penelitian yang memiliki dua kelompok yang dipilih secara random, kelompok pertama diberi perlakuan dan kelompok yang lain tidak. Kelompok yang diberi perlakuan disebut kelompok eksperimen dan yang tidak disebut kelompok kontrol (Sugiyono & Puspandhani, 2020).

F. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Menurut Sugiyono & Puspandhani (2020) populasi merupakan keseluruhan elemen yang akan dijadikan wilayah inferensi/generalisasi.

Elemen populasi adalah keseluruhan subyek yang akan diukur, yang merupakan unit yang diteliti. Populasi dalam penelitian ini adalah air sumur di Kampung Cidahu. Jumlah sumur gali di Kampung Cidahu adalah sebanyak 16 sumur dengan 3 diantaranya adalah sumur umum. Berdasarkan jarak sumur dengan pembuangan limbah domestik yang paling dekat adalah sumur umum di RT 003 yaitu 7 meter.

2. Sampel

Sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi (Sugiyono & Puspanthani, 2020). Sampel dipilih berdasarkan kriteria:

- a. Jarak antara sumur dengan pembuangan tinja < 10 m
- b. Sumur dijadikan sumber air utama untuk keperluan sehari-hari
- c. Terdapat bakteri *Escherichia coli*.

Sampel dalam penelitian adalah air sumur umum di Kampung Cidahu RT 003 sebelum menggunakan tablet klorin dalam tabung klorinator dan setelah menggunakan tablet klorin dalam tabung klorinator. Air sumur yang digunakan sebanyak 85 liter pada setiap perlakuan.

- a. Besar Sampel

Pada penelitian ini dilakukan sebanyak enam kali replikasi dan 4 pemberlakuan (0, 1 g/ 85L, 1,5 g/ 85L, dan 2 g/ 85L gram). Pada penelitian ini rumus sampel eksperimental menggunakan rumus Federer sebagai berikut :

$$(n-1) (t-1) > 15$$

$$(n-1) (4-1) > 15$$

$$3n-3 > 15$$

$$3n > 18$$

$$n > 6$$

$$\text{Total Sampel } 6 \times 4 = 24$$

b. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik yang digunakan dalam mengambil sampel pada penelitian ini adalah *sampling purposive*. *Sampling purposive* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono & Puspanthani, 2020). Pengambilan sampel dengan teknik ini adalah agar sampel yang diambil sesuai dengan pertimbangan yaitu air sebelum dan sesudah mengenai tablet klorin dalam tabung klorinator.

Pengambilan sampel air bersih dilakukan dengan menggunakan sistem *grab sampling*. *Grab sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang dilakukan secara manual dengan mengumpulkan sejumlah air pada suatu titik dan waktu tertentu (Mardizal et al., 2024).

Pengambilan sampel dilakukan dalam satu hari dengan mengacu SNI 9063-2022 untuk pemeriksaan bakteri *E. coli* dan untuk pemeriksaan sisa klor, pH, dan suhu mengacu pada SNI 8995-2021.

G. Instrumen Penelitian

1. Alat dan bahan untuk pembuatan tabung klorinator

- a. Paralon 3 inch 10 cm
- b. Paralon 3 inch 50 cm

- c. Paralon 0,5 inch 50 cm
- d. *Doff drat* dalam 3 inch
- e. *Doff plug* 3 inch
- f. *Over shock* 3 inch to 1 inch
- g. *Shock* 3 inch
- h. Lem PVC
- i. *Elbow* 0,5 inch
- j. Stopkran 0,5 inch

2. Alat dan bahan untuk penelitian

- a. Tabung klorinator sebagai media pelarutan tablet klorin
- b. Tablet klorin
- c. Botol kaca untuk wadah pengambilan sampel air sumur untuk menguji bakteri *Escherichia coli*
- d. *Coolbox*
- e. Timbangan untuk mengukur berat tablet klorin
- f. Photometer ZE-200 untuk mengukur kadar klorin bebas pada air sumur setelah dilakukan klorinasi di lapangan
- g. pH meter untuk mengukur kadar pH air sumur
- h. Termometer untuk mengukur suhu air sumur
- i. Kertas label untuk memberikan keterangan pada sampel
- j. Alat tulis untuk mencatat dan memberikan keterangan pada sampel
- k. *Stopwatch* untuk mengukur waktu ketika penelitian
- l. Kamera untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian

H. Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan

- a. Penentuan topik penelitian
- b. Penentuan lokasi penelitian
- c. Pengukuran kualitas air sumur
- d. Pengumpulan literatur dan kepustakaan yang berkaitan dengan klorin menggunakan tabung klorinator sebagai referensi materi penelitian
- e. Penentuan variabel penelitian
- f. Pembuatan rancangan penelitian
- g. Permohonan izin penelitian
- h. Persiapan tabung klorinator sebagai alat klorinasi air sumur di Kampung Cidahu

2. Tahap Pelaksanaan

- a. Pemasangan tabung klorinator

Tabung klorinator yang telah dibuat dipasang pada pipa sebelum tempat pengumpulan air.
- b. Hidupkan pompa air dengan debit 17 l/menit dan tampung air selama 5 menit, sehingga didapati volume air 85 liter
- c. Ambil air untuk pemeriksaan sampel kontrol
- d. Timbang berat tablet klorin untuk dimasukkan kedalam tabung secara bergantian
- e. Masukkan klorin 100 gram pada tabung
- f. Hidupkan pompa air dan tampung air selama 5 menit.

- g. Ambil air untuk pemeriksaan sampel
- h. Kosongkan bak penampungan air dan hidupkan pompa air selama 2 menit untuk menghilangkan residu pada dosis sebelumnya.
- i. Timbang berat tablet klorin setelah dilakukan klorinasi selama 5 menit dan didapati berat tablet menjadi 98 gram (berat tablet berkurang 1 gram/85L).
- j. Masukkan tablet klorin 150 g pada tabung.
- k. Ulangi poin f sampai i dan didapati berat tablet menjadi 148,5 gram (berat tablet berkurang 1,5 gram/85 L).
- l. Masukkan tablet klorin 200 g pada tabung
- m. Ulangi poin f sampai i dan didapati berat tablet menjadi 198 gram (berat tablet berkurang 2 gram/85 L)
- n. Ulangi setiap perlakuan sebanyak 6 kali.
- o. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada air sebelum penggunaan tablet klorin dalam tabung kalorinator dan sesudahnya. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengacu SNI 9063-2022 untuk pemeriksaan bakteri *E coli* dan untuk pemeriksaan sisa klor, pH, dan suhu mengacu pada SNI 8995-2021.

- 1) Pengambilan sampel untuk pemeriksaan parameter mikrobiologi
 - a) Lakukan pengambilan sampel parameter mikrobiologi lebih awal dibandingkan dengan pengambilan sampel parameter fisika dan kimia

- b) Lakukan pengambilan sampel secara aseptik, dan lindungi sampel dari kontaminasi melalui aliran udara dan percikan
- c) Siapkan wadah sampel 250 mL yang telah disterilkan
- d) Lakukan pembersihan pada permukaan luar kran dengan cara mengikis kotoran (sisik, lendir, minyak, atau benda asing lainnya) yang mungkin jatuh, sebelum mengisi wadah sampel jangan mengambil sampel di kran dengan poros pembuka kran yang bocor, dan lepaskan perangkat tambahan lainnya pada kran jika ada
- e) Sterilkan kran dengan alkohol 70%. Jika kran terbuat dari logam, kran dapat disterilkan dengan cara membakar mulut kran hingga mencapai suhu $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- f) Alirkan lagi air selama 1 sampai dengan 2 menit
- g) Buka tutup wadah sampel dan pastikan tutupnya tidak terkontaminasi
- h) Tampung air dalam wadah sampel
- i) Sisakan ruang udara $\pm 2,5$ cm dari leher botol untuk melakukan homogenisasi sebelum analisis
- j) Bakar mulut wadah sampel kemudian tutup wadah
- k) Catat identitas pada label setiap wadah yang telah berisi sampel, kemudian simpan sampel dalam *cool box*.
- l) Catat dan laporkan seluruh rangkaian kegiatan pengambilan sampel dalam formulir rekaman data lapangan

- 2) Pengambilan sampel untuk pemeriksaan parameter fisika dan kimia
 - a) Siapkan alat dan bahan
 - b) Buka kran air sumur dan biarkan air mengalir selama 1 menit – 2 menit
 - c) Tampung sampel dalam wadah sampel sebanyak 200 mL.
 - d) Ukur segera parameter lapangan yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan seperti pH, temperatur, dan sisa klor bebas
 - e) Catat dan laporkan seluruh rangkaian kegiatan pengambilan contoh uji dalam formulir rekaman data lapangan

p. Pemeriksaan

Pemeriksaan sampel dilakukan di lapangan dan dilaboratorium. Pemeriksaan di lapangan adalah untuk mengukur kadar pH, suhu dan sisa klor. Pemeriksaan suhu menggunakan *Termometer* dan pemeriksaan pH menggunakan pH meter dan sisa klor menggunakan Photometer ZE-200 .

- 1) Pemeriksaan pH mengacu pada SNI 6989.11-2019
 - a) Lakukan kalibrasi internal pH-meter
 - b) Bilas elektroda dengan aquades, selanjutnya keringkan dengan kertas tisu
 - c) Celupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil
 - d) Lihat dan catat angka pada tampilan pH meter

- 2) Pemeriksaan suhu mengacu pada SNI 06-6989.23-2005
 - a) Termometer langsung dicelupkan ke dalam sampel
 - b) Biarkan 2 menit sampai 5 menit hingga nilai stabil
 - c) Lihat dan catat angka pada termometer tanpa mengangkat termometer dari air
- 3) Pemeriksaan klor bebas mengacu pada SNI 3554-2015
 - a) Siapkan alat dan bahan
 - b) Masukkan sampel air bersih setelah mengenai tablet klorin dalam tabung klorinator ke gelas ukur tutup asah 10 mL
 - c) Masukkan pereaksi/ reagen DPD Free Klorin Reagent Powder Pillow pada sampel kemudian homogenkan sampai pereaksi/ reagen larut
 - d) Reaksikan selama 1 menit
 - e) Nyalakan photometer ZE-200 dan pilih plot 108
 - f) Masukkan sampel tanpa pereaksi/ reagen pada kit, lap pakai tisu sampai kering sebagai blanko untuk melakukan kalibrasi.
 - g) Letakan sampel yang tercampur dengan reagen kedalam tube photometer ZE-200 untuk dibaca
 - h) Layar LCD photometer menampilkan hasil dalam mg/l
 - i) Lihat dan catat angka yang muncul

Pemeriksaan sampel di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Ciamis adalah untuk mengukur bakteri *E coli* pada sampel sebelum dan sesudah mengenai tablet klorin dalam tabung klorinator.

- 1) pemeriksaan bakteri *E. coli* mengacu pada SNI ISO 9308-1:2010
 - a) Persiapan Sampel dan Peralatan
 - b) Proses Filtrasi Membran
 - (1) Pemasangan Membran Filter: Pasang membran filter steril (ukuran pori 0,45 μm , diameter minimal 47 mm) pada unit filtrasi (corong dan dasar filter).
 - (2) Pengambilan Volume Sampel: Ukur volume sampel air yang sesuai, biasanya 100 mL untuk air minum. Jika diperkirakan ada jumlah bakteri yang sangat tinggi, sampel dapat diencerkan terlebih dahulu.
 - (3) Filtrasi: Tuang sampel air ke dalam corong filtrasi dan saring melalui membran dengan bantuan pompa vakum. Pastikan seluruh volume sampel melewati membran.
 - (4) Pembilasan (Opsional): Bilas corong dengan air steril setelah penyaringan jika diperlukan untuk memastikan semua bakteri yang mungkin menempel pada dinding corong ikut tersaring.
 - c) Inkubasi
 - (1) Penanaman Membran: Dengan menggunakan pinset steril, secara hati-hati angkat membran filter dari unit filtrasi dan letakkan pada permukaan media agar yang telah disiapkan di dalam cawan petri steril. Pastikan tidak ada gelembung

udara di bawah membran dan membran menempel sempurna pada media.

- (2) Inkubasi: Inkubasi cawan petri dalam posisi terbalik di dalam inkubator pada suhu $(36 \pm 2) ^\circ\text{C}$ selama (18 sampai 24) jam.

d) Pembacaan Hasil dan Interpretasi

- (1) Identifikasi Koloni: Setelah inkubasi, amati koloni yang tumbuh pada membran filter, Pada media CCA, koloni *E. coli* akan menunjukkan warna biru hingga ungu karena aktivitas enzim β -D-glucuronidase, Koloni koliform total lainnya (non-*E. coli*) akan berwarna merah muda hingga merah karena aktivitas enzim β -D-galactosidase.
- (2) Penghitungan Koloni: Hitung jumlah koloni *E. coli* yang terbentuk pada membran filter. Hasil dinyatakan sebagai jumlah koloni per 100 mL sampel (CFU/100 mL).
- (3) Konfirmasi (Opsional, tergantung standar): Untuk hasil yang meragukan atau jika diperlukan konfirmasi, koloni *E. coli* yang terduga dapat diisolasi dan diuji lebih lanjut menggunakan tes biokimia atau tes molekuler (misalnya, tes indol, methyl red, Voges-Proskauer, sitrat/IMViC, atau PCR).

- e) Pelaporan jumlah koloni *E. coli* yang terhitung per 100 mL sampel

3. Tahap Penyelesaian

- a. Peneliti mengolah dan menganalisis data yang telah didapatkan

Data yang telah didapatkan berdasarkan hasil pemeriksaan di lapangan dan pemeriksaan di Laboratorium Kesehatan daerah Kabupaten Tasikmalaya kemudian diolah menggunakan program statistik (SPSS). Pengolahan data untuk mendeskripsikan hasil pemeriksaan dan menganalisis efektifitas penggunaan tablet klorin menggunakan tabung klorinator dalam mengurangi bakteri *Escherichia coli* pada air sumur di Kampung Cidahu.

- b. Peneliti menarik kesimpulan
- c. Peneliti membuat laporan secara sistematis

I. Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan Data

Pengolahan data adalah tahapan dalam penelitian setelah dilakukannya pengumpulan data. Pengolahan data dilakukan sedemikian rupa hingga data yang masih mentah (*raw data*) menjadi informasi yang akhirnya dapat digunakan untuk menjawab tujuan penelitian. Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan SPSS.

2. Analisis Data

Analisis data adalah tahapan pada penelitian untuk memberikan makna pada data sehingga memecahkan masalah penelitian. Analisis yang digunakan adalah menggunakan analisis univariat dan bivariat.

a. Analisis univariat

Analisis univariat dilakukan untuk menjelaskan/mendeskriptifkan karakteristik masing-masing variabel yang diteliti. Analisis univariat dilakukan pada variabel jumlah bakteri *E. coli*, sisa klor bebas, pH, kekeruhan dan suhu.

b. Analisis bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan dua variabel dengan pengujian statistik/uji hipotesis. Analisis bivariat pada penelitian ini dilakukan pada jumlah pengurangan bakteri *Escherichia coli* untuk melihat efektivitas tablet klorin dalam mengurangi bakteri *E. coli*. Analisis bivariat diawali dengan pengujian kenormalan data menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Hasil uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov Smirnov menunjukkan nilai $p < 0,05$ yaitu 0,006 artinya data tidak berdistribusi normal.

Data yang tidak berdistribusi normal selanjutnya dilakukan uji bivariat menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan nilai $P < 0,05$ maka terdapat perbedaan antar kelompok. Uji *Kruskal-Wallis* hanya memberi tahu bahwa ada perbedaan rata-rata di antara kelompok, untuk mengetahui perbedaan spesifik antar kelompok dilakukan Uji *Man-Whitney*.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Data yang dihasilkan dari penelitian selanjutnya dilakukan analisis univariat dan bivariat, dengan hasil analisis sebagai berikut:

A. Analisis Univariat

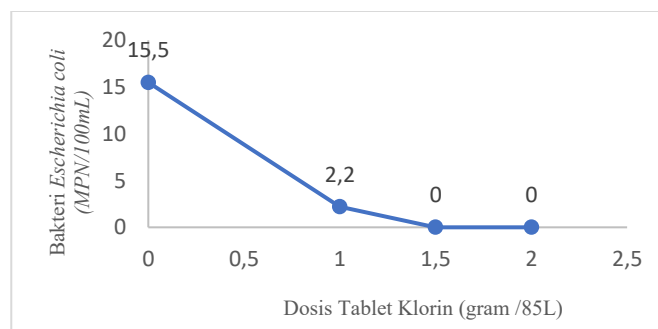
1. Hasil Uji Bakteri

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil uji bakteri *Escherichia coli* pada air sumur setelah diberi perlakuan tablet klorin menggunakan tabung klorinator adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Uji Bakteri *Escherichia coli* (MPN/100 mL) Air Sumur Gali di Kampung Cidahu Kabupaten Garut Tahun 2025

Pengulangan	Kontrol	1 g/ 85L	1,5 g/ 85L	2 g/ 85L
1	15	2	0	0
2	16	2	0	0
3	17	2,8	0	0
4	15	2	0	0
5	15	2	0	0
6	15	2,4	0	0

Berdasarkan tabel 4.1 hasil uji bakteri *Escherichia coli* terendah adalah 0 MPN/100 mL dan terbesar adalah 17 MPN/100 mL. Rata – rata hasil uji bakteri *Escherichia coli* dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4. 1 Rata - Rata Hasil Uji Bakteri *Escherichia coli* pada Berbagai Dosis Tablet Klorin

Berdasarkan gambar 4.1 penggunaan tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L dapat menurunkan bakteri *Escherichia coli* hingga di bawah nilai ambang batas, sementara penggunaan tablet klorin 1 g/ 85L masih belum menurunkan bakteri *Escherichia coli* hingga nilai ambang batas baku mutu.

2. Hasil Uji Kadar Sisa Klor Bebas

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil uji kadar sisa klor bebas pada air sumur setelah diberi perlakuan tablet klorin menggunakan tabung klorinator adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Hasil Uji Kadar Sisa Klor Bebas (mg/l) Air Sumur Gali di Kampung Cidahu Kabupaten Garut Tahun 2025

Pengulangan	1 g/ 85L	1,5 g/ 85L	2 g/ 85L
1	0,09	0,11	0,16
2	0,07	0,12	0,17
3	0,10	0,14	0,18
4	0,08	0,12	0,17
5	0,08	0,10	0,17
6	0,06	0,13	0,17
Rata - Rata	0,08	0,12	0,17

Berdasarkan tabel 4.2 dapat dilihat semakin tinggi kadar tablet klorin semakin tinggi pula kadar sisa klor bebas pada air sumur. Pemberian tablet klorin 1 g/ 85L, 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L dapat menyisakan kadar sisa klor bebas di bawah nilai ambang batas (0,2 mg/l).

3. Hasil Uji Kadar pH

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil uji kadar pH pada air sumur setelah diberi perlakuan tablet klorin menggunakan tabung klorinator adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Hasil Uji Kadar pH Air Sumur Gali di Kampung Cidahu Kabupaten Garut Tahun 2025

Pengulangan	Kontrol	1 g/ 85L	1,5 g/ 85L	2 g/ 85L
1	7,4	7,4	7,41	7,48
2	7,4	7,4	7,43	7,49
3	7,4	7,41	7,42	7,5
4	7,4	7,42	7,45	7,5
5	7,4	7,41	7,44	7,51
6	7,4	7,42	7,44	7,52
Rata - Rata	7,4	7,41	7,43	7,5

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat pemberian tablet klorin 1 g/ 85L, 1,5 g/ 85L, dan 2 g/ 85L merubah pH air sumur namun masih dalam nilai ambang batas baku mutu yaitu 7,4 – 7,5.

4. Hasil Uji Suhu Air

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil uji suhu pada air sumur setelah diberi perlakuan tablet klorin menggunakan tabung klorinator adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Hasil Uji Suhu Air Sumur Gali di Kampung Cidahu Kabupaten Garut Tahun 2025

Pengulangan	Kontrol (°C)	1 g/ 85L (°C)	1,5 g/ 85L (°C)	2 g/ 85L (°C)
1	26	26	26	26
2	26	26	26	27
3	26	26	26	27
4	27	27	27	27
5	27	28	28	28
6	28	28	28	28
Rata - Rata	26,7	26,8	26,8	27,2

Berdasarkan tabel 4.4 pemberian tablet klorin 1 g/ 85L, 1,5 g/ 85L, dan 2 g/85L merubah suhu air yaitu dari 26,7 °C – 27,2 °C.

5. Persentase Efektivitas Penurunan Bakteri

Nilai persentase yang dihitung merupakan nilai efektivitas tablet klorin dalam menurunkan bakteri *Escherichia coli* dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$E = \frac{x_0 - x_k}{x_0} \times 100\%$$

Keterangan:

E : Efektivitas tablet klorin

x_0 : Rata-rata hasil uji bakteri *Escherichia coli* pada sampel kontrol

x_k : Rata-rata hasil uji bakteri *Escherichia coli* pada sampel perlakuan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai persentase efektivitas penurunan bakteri *Escherichia coli* dalam air sumur dengan menggunakan tablet klorin pada tabung klorinator adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Persentase Efektivitas Tablet Klorin pada Air Sumur Gali di Kampung Cidahu Kabupaten Garut Tahun 2025

Dosis Tablet Klorin		
1 g/ 85L	1,5 g/ 85L	2 g/ 85L
85,8%	100%	100%

Berdasarkan tabel 4.5 dapat dilihat bahwa nilai persentase efektivitas tablet klorin dalam menurunkan bakteri *Escherichia coli* yang paling besar adalah tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L dengan persentase efektif 100%.

6. Analisis Data Deskriptif

Tabel 4. 6 Penurunan Bakteri *Escherichia coli* (MPN/100mL) pada Air Sumur Gali di Kampung Cidahu Kabupaten Garut Tahun 2025

Pengulangan	Penurunan MPN Bakteri <i>E. coli</i> (MPN/100mL)		
	1 g/ 85L	1,5 g/ 85L	2 g/ 85L
1	13	15	15
2	14	16	16
3	14,2	17	17
4	13	15	15
5	13	15	15
6	12,6	15	15

Berdasarkan tabel 4.6 penurunan MPN bakteri *Escherichia coli* terendah yaitu 12,6 MPN/100 mL dan tertinggi yaitu 17 MPN/100 mL.

Tabel 4. 7 Hasil Analisis Deskriptif Penurunan Bakteri *Escherichia coli* Menggunakan Berbagai Dosis Tablet Klorin

Perlakuan	N	Minimum	Maximum	Rata-rata	Standar Deviasi	Varian
1 g/ 85L	6	12,6	14,2	13,3	0,64	0,41
1,5 g/85 L	6	15	17	15,5	0,83	0,70
2 g/85 L	6	15	17	15,5	0,83	0,70

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa rata-rata penurunan bakteri *Escherichia coli* tertinggi terdapat pada tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L dan terendah pada tablet klorin 1 g/ 85L. Hasil uji bakteri *Escherichia coli* pada tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L memiliki tingkat penyebaran yang lebih besar atau variasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tablet klorin 1 g/ 85L.

B. Analisis Bivariat

1. Uji *Kruskal-Wallis*

Tabel 4. 8 Hasil Uji *Kruskal-Wallis* Bakteri *Escherichia coli* pada setiap perlakuan

Kelompok perlakuan	N	P value
0 g/ 85L (kontrol)	6	0,0005
1 g/ 85L	6	
1,5 g/ 85L	6	
2 g/ 85L	6	

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan nilai $p \leq 0,05$, artinya terdapat pengaruh klorin pada berbagai variasi konsentrasi terhadap penurunan bakteri *Escherichia coli* dalam air sumur. Setelah diketahui bahwa hasil uji sesuai dengan hipotesis selanjutnya dilakukan uji *Man-Whitney* untuk mengetahui signifikansi perbedaan antara berbagai dosis klorin.

2. Uji *Man Withney*

Tabel 4. 9 Hasil Uji *Man Whitney*

No	Dosis Tablet Klorin	P value
1.	0 g/ 85L-1 g/ 85L	0,002
2.	0 g/ 85L-1,5 g/ 85L	0,002
3.	0 g/ 85L-2 g/ 85L	0,002
4.	1 g/ 85L-1,5 g/ 85L	0,002
5.	1 g/ 85L-2 g/ 85L	0,002
6.	1,5 g/ 85L-2 g/ 85L	1,000

Hasil Uji *Man Whitney* menunjukkan nilai $p \leq 0,05$ pada perbandingan dosis selain dosis 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L artinya terdapat perbedaan signifikan antara dosis selain dosis 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L dalam menurunkan bakteri *Escherichia coli*. Namun, bagi dosis 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L karena $p \text{ value} > 0,05$ artinya tidak terdapat perbedaan signifikan antara dosis 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L dalam menurunkan bakteri *E coli*.

BAB V

PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Efektivitas Tablet Klorin 1 g/ 85L, 1,5 g/ 85L, dan 2 g/ 85L dalam Mengurangi Bakteri *Escherichia coli*

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa setiap perlakuan tablet klorin pada air sumur memberikan pengaruh terhadap banyaknya bakteri *Escherichia coli*. Dilihat dari tabel 4.1 banyaknya *Escherichia coli* setelah diberi perlakuan dapat diketahui bahwa masing-masing kelompok perlakuan mampu menurunkan *Escherichia coli* hingga jumlah tertentu. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa tablet klorin dengan persentase paling rendah adalah 1 g/ 85L dengan nilai persentase efektivitas penurunan *E. coli* sebesar 85,8%. Persentase efektivitas penurunan tertinggi dengan nilai persentase 100% terdapat pada tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L.

Dari hasil penelitian yang diperoleh, peningkatan dosis tablet klorin berpengaruh nyata terhadap penurunan jumlah bakteri *Escherichia coli* dalam air (dinyatakan dalam satuan MPN/100 mL). Hal ini disebabkan semakin tinggi kadar klorin yang diberikan semakin besar pula jumlah bakteri yang dapat dimatikan (Purnomosutji, 2021). Menurut Istikomah et al. (2018) semakin tinggi konsentrasi suatu desinfektan maka akan bersifat bakterisida atau membunuh bakteri, sedangkan semakin rendah konsentrasi suatu desinfektan maka sifatnya hanya akan menghambat pertumbuhan bakteri. Hasil penelitian yang paling banyak menurunkan bakteri *E. coli*

adalah tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L dengan nilai persentase efektivitas penurunan 100%.

Efektifitas tablet klorin tidak hanya dilihat dari banyaknya penurunan bakteri *Escherichia coli*, tetapi juga dalam banyaknya kadar sisa klor dalam air harus memenuhi standar baku mutu yaitu 0,2 mg/l. Klorin dapat menghasilkan senyawa organoklorin berbahaya, sehingga penggunaannya perlu dioptimalkan untuk mengurangi residu klorin seperti senyawa halogen organik dan trihalometana (THM) (Busyairi et al., 2016). Penambahan klorin yang melebihi kadar optimal dapat dianggap berlebihan karena menghasilkan sisa klorin dalam air, klorin yang tersisa dalam air dikenal sebagai klor bebas yang terbentuk akibat reaksi antara senyawa organik yang terdapat dalam air dengan desinfektannya (Purnomosutji, 2021). Rata-rata klor bebas pada penelitian ini semuanya berada di bawah baku mutu yaitu 0,08 mg/l, 0,12 mg/l, dan 0,17 mg/l, maka ketiga dosis klorin aman digunakan. Apabila sisa klor setelah proses pengolahan masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan, hal tersebut dapat membahayakan kesehatan apabila dikonsumsi. Kadar sisa klor yang melebihi dari 0,5 mg/l bersifat karsinogenik dan toksik bagi tubuh (Sofia & Riduan, 2017). Semakin sedikit kandungan sisa klor bebas pada air, maka akan semakin kecil kemungkinan untuk terkena efek samping klorin.

Berdasarkan kemampuan klorin dalam mengurangi bakteri *Escherichia coli* dan kandungan sisa klor bebas pada air setelah diberikan perlakuan, maka tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L mempunyai daya

bunuh paling efektif dengan persentase 100% menjadi 0 MPN/100 mL. Selain itu tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan No 02 Tahun 2023 dengan kandungan sisa klor bebas dibawah 0,2 mg/l yaitu 0,12 mg/l dan 0,17 mg/l.

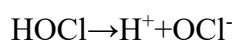
Hal ini serupa dengan penelitian Mulyati et al. (2022) mengenai efektivitas tablet klorin dalam menurunkan kandungan coliform pada instalasi pengolahan air limbah dengan dosis tablet klorin 100 g, 200 g, 300g dan 400 g. Hasil penelitian Mulyati et al. (2022) menunjukkan tablet klorin 400 g memiliki daya bunuh paling efektif 100%. Sedangkan tablet klorin yang paling menunjukkan efektivitas tertinggi dalam alam memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 adalah tablet klorin dengan dosis 2 g/ 85L yang memiliki kemampuan daya bunuh 98,55%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan tablet klorin 2 g/ 85L efektif dalam menurunkan Coliform hingga 98,55 % serta telah memenuhi baku mutu yang dijadikan acuan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya kesamaan dengan hasil yang didapatkan dimana dosis klorin berbanding lurus dengan penurunan bakteri *Escherichia coli* dan kandungan sisa klor bebas.

2. Pengaruh Tablet Klorin dalam Mengurangi Bakteri

Hasil uji *One-Way Anova* menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara dosis tablet klorin dengan rata-rata penurunan bakteri *Escherichia coli* dalam air bersih dengan nilai $p = 0,0005$. Penelitian ini juga

menunjukkan bahwa dosis yang berbeda signifikan adalah dosis 1 g/ 85L dengan 1,5 g/ 85L dan dosis 1 g/ 85L dengan 2 g/ 85L .

Klorinasi adalah proses penambahan klorin (Cl_2) atau senyawa yang mengandung klorin ke dalam air dengan tujuan utama disinfeksi, yaitu membunuh atau menonaktifkan mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus, dan protozoa. Reaksi yang akan terjadi adalah



Klorin sebagai desinfektan terutama bekerja dalam bentuk asam hipoklorit (HOCl) dan sebagian kecil dalam bentuk ion hipoklorit (OCl^-). Cara kerja klorin dalam membunuh kuman yaitu dengan merusak struktur sel organisme, sehingga kuman akan mati. Jika air mengandung lumpur, bakteri dapat bersembunyi di dalamnya dan tidak dapat dicapai oleh klorin. Klorin membutuhkan waktu untuk membunuh semua organisme. Pada air yang bersuhu lebih tinggi atau sekitar 18°C , klorin harus berada dalam air paling tidak selama 30 menit. Jika air lebih dingin, waktu kontak harus ditingkatkan. Klorin ditambahkan ke air segera setelah air dimasukkan ke dalam tangki penyimpanan atau pipa penyalur agar zat kimia tersebut mempunyai cukup waktu untuk bereaksi dengan air sebelum mencapai konsumen (BBTKLPP Surabaya, 2021).

Pada proses klorinasi, sebelum berfungsi sebagai desinfektan, klorin terlebih dahulu bertindak sebagai oksidator. Klorin merupakan salah satu bahan biosida yang tergolong dalam kelompok senyawa pelepas halogen.

Bahan biosida sendiri adalah zat fisik maupun kimia yang berfungsi untuk menonaktifkan mikroorganisme. Mekanisme kerja klorin dimulai ketika klorin bereaksi dengan air, menghasilkan asam hipoklorus yang berperan sebagai agen oksidasi dan merusak protein sel. Proses oksidasi ini terjadi pada gugus sulfhidril (SH) dan ikatan disulfida (S-S) pada protein enzimatik sehingga menyebabkan denaturasi protein (Suryaputra et al., 2021).

Kalsium hipoklorit bekerja dengan cara permeabilitas sel bakteri. Klor bereaksi kuat dengan peptidoglikan dan lipid pada membran sel. Peptidoglikan merupakan komponen utama dinding sel yang menyebabkan dinding sel bersifat kaku, sifat kaku pada dinding adalah untuk memberikan bentuk serta perlindungan terhadap tekanan maupun suhu eksternal. Ketika peptidoglikan mengalami kerusakan, dinding sel kehilangan permeabilitasnya sehingga tekanan osmotik di dalam sel menjadi tidak seimbang akibat perbedaan konsentrasi yang tinggi antara lingkungan luar dan dalam sel. Terjadinya perbedaan konsentrasi dapat mempengaruhi transportasi substansi kimia baik ke dalam maupun keluar sel yang akan berdampak pada kehancuran sel. Selain menyerang membran sel, klor juga mampu menginaktivasi enzim serta merusak materi genetik sel, yaitu DNA dan RNA (Istikomah et al., 2018).

Menurut Said (2008) klorin menyebabkan dua jenis kerusakan pada sel bakteri, yaitu:

- a. Perusakan kemampuan permeabilitas sel (*disruption of cell permeability*).

Klor bebas dapat merusak membran sel bakteri, sehingga kehilangan kemampuan permeabilitasnya (kemampuan menembus) dan mengalami gangguan fungsi sel lainnya. Paparan klor mengakibatkan kebocoran protein, RNA dan DNA dari dalam sel. Kematian sel terjadi akibat pelepasan *Total Organic Carbon* (TOC) dan senyawa yang menyerap sinar UV, penurunan penyerapan kalium, serta berkurangnya sintesis protein dan DNA. Kerusakan pada kemampuan permeabilitas juga menjadi penyebab hancurnya spora bakteri oleh klor.

- b. Perusakan asam nukelat dan enzim (*Damage to nucleic acids and enzymes*)

Klorin juga merusak asam nukleat serta enzim pada bakteri. Penurunan aktivitas katalis disebabkan oleh hidrogen peroksida. Mekanisme kerja klor terhadap virus bergantung pada jenis virusnya. Pada bakteriofage dan poliovirus tipe 1, kerusakan asam nukleat merupakan mekanisme utama inaktivasi, sedangkan pada jenis virus lain, pelapis protein merupakan sasaran utama.

3. Peranan pH, Suhu, dan Sisa Klor bebas dalam Klorinasi

- a. Peranan pH

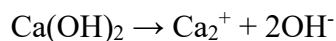
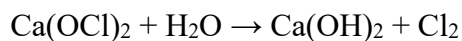
Rata – rata pH pada penelitian ini dibawah baku mutu berkisar antara 7,4 – 7,5. pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efektifitas klorinasi. Kallista et al. (2023) menyebutkan bahwa kondisi

pH yang netral dapat mendukung proses disinfeksi yang efektif. Jika pH melebihi 8,5 asam hipoklorit akan terionisasi menjadi ion hipoklorit yang menyebabkan penurunan efektivitas klorin sebagai desinfektan (Suri, 2019). Nilai pH merupakan kontrol dari klorinasi, karena pH yang terlalu rendah bersifat korosif dan dapat menyebabkan kerusakan material akibat korosi, sedangkan pH yang terlalu tinggi bersifat kaustik atau bersifat basa kuat yang dapat menimbulkan dampak yang merugikan (Mulyati et al., 2022).

Proses disinfeksi lebih efektif jika memiliki pH air yang rendah dibandingkan dengan pH air yang tinggi. Kekurangan proses disinfeksi menggunakan klorin adalah terbentunya residu serta efektifitasnya yang lebih optimal pada pH yang rendah. Ketika pH air meningkat, proses klorinasi menjadi kurang efektif karena 90% dari asam hipoklorit akan mengalami ionisasi menjadi ion hipoklorit sehingga klor memiliki kemampuan desinfektan yang menjadi lemah atau berkurang. Akibatnya, efektivitas klor dalam membunuh bakteri dalam air akan sangat lemah (Istikomah et al., 2018).

Pada penelitian ini pH memiliki kenaikan seiring dengan meningkatnya dosis tablet klorin walau tidak secara signifikan. Proses disinfeksi dengan klorinasi dapat merubah pH air menjadi semakin basa. Perubahan pH yang cenderung menjadi basa disebabkan oleh penambahan klorin, semakin besar dosis kaporit yang digunakan, maka

semakin tinggi pula pH pada air. Berikut merupakan reaksi antara kaporit dan pH di dalam air.



Klorin di dalam air akan mengalami hidrolisis dan membentuk senyawa kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) yang bersifat basa kuat serta asam hipoklorus (HOCl) yang bersifat basa lemah. Selanjutnya, senyawa Ca(OH)_2 akan terurai membentuk ion Ca^{2+} dan ion OH^- , sehingga menyebabkan larutan bersifat basa. Kondisi ini terjadi karena jumlah ion OH^- yang terbentuk lebih besar dibandingkan ion H^+ (Said, 2008).

Klorin dapat bekerja dengan efektif sebagai desinfektan jika berada dalam air dengan pH sekitar 7. Klorinasi tidak akan efektif jika pH air lebih dari 7.2 atau kurang dari 6.8. Jika nilai pH air lebih dari 8,5, maka 90% dari asam hipoklorit itu akan mengalami ionisasi menjadi ion hipoklorit. Dengan demikian, khasiat desinfektan yang memiliki klorin menjadi lemah atau berkurang (BBTKLPP Surabaya, 2021).

b. Peranan suhu

Rata – rata suhu pada penelitian ini dibawah baku mutu berkisar antara $26,7^\circ\text{C} - 28,2^\circ\text{C}$. Peningkatan suhu terjadi tapi tidak terlalu besar. Peningkatan suhu air sejalan dengan peningkatan suhu udara jika dilihat dari jam pengambilan sampel. Peningkatan suhu dapat disebabkan oleh penggunaan bahan kimia, baik organik maupun anorganik (Kerubun,

2014). Selain itu, aktivitas desinfeksi yang berasal dari tablet klorin juga berkontribusi terhadap kenaikan suhu. Semakin efektif proses klorinasi, maka suhu akan meningkat yang pada gilirannya dapat mempercepat proses desinfeksi air limbah (Nugrayanti et al., 2018).

c. Peranan Sisa Klor Bebas

Rata-rata sisa klor bebas pada penelitian ini berkisar antara 0,08 – 0,17 mg/l. Ketiga dosis tablet klorin meninggalkan sisa klor bebas dibawah baku mutu yaitu 0,2 mg/l. Konsentrasi klor bebas cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah tablet klorin yang ditambahkan pada sampel air. Pengukuran residu klorin dalam pasokan air adalah metode yang sederhana namun penting untuk memeriksa apakah air yang dialirkan aman untuk diminum . Klor bebas terbentuk ketika air tidak mengandung senyawa organik, karena pada kondisi tersebut klorin bereaksi membentuk asam hipoklorus (HOCl) dan ion hipoklorit (OCl) yang berperan dalam proses desinfeksi . Namun, apabila sisa klor bebas bereaksi dengan senyawa organik, senyawa tersebut dapat bersifat karsinogenik dan toksik bagi manusia (Sofia & Riduan, 2017)

Klorin dapat menghasilkan senyawa organoklorin seperti *Polychlorinated Biphenyls* (PCBs), dioksin, *Dichloro Dietil Trichloromethana* (DDT) dan lain-lain yang dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan seperti menurunnya sistem imun, kerusakan hati dan ginjal, gangguan pencernaan, gangguan sistem saraf,

gangguan sistem reproduksi bahkan kanker (Mulyati et al., 2022). Oleh karena itu, penggunaan klorin yang efektif adalah untuk mengendalikan atau meminimalkan terbentuknya residu klorin termasuk senyawa halogen organik dan trihalometana (THM) (Busyairi et al., 2016).

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengontrol dan menurunkan kadar trihalometan (THM) dalam air minum antara lain (Said, 2008)

- a) Menghilangkan senyawa penyebab terbentuknya THM sebelum proses klorinasi, karena terdapat hubungan yang kuat antara total karbon organik (TOC) dengan potensi terbentuknya THM.
- b) Menghilangkan senyawa THM yang telah terbentuk melalui proses adsorpsi menggunakan filter karbon aktif.
- c) Menggunakan alternatif disinfektan lain yang tidak menimbulkan THM, seperti kloramin, ozon atau sinar ultraviolet (UV)

4. Kelebihan dan Kekurangan Klorinasi sebagai Desinfektan Air Bersih

Penggunaan tablet klorin, khususnya Kalsium Hipoklorit adalah salah satu metode desinfeksi air untuk pengolahan air minum skala rumah tangga (*Household Water Treatment*) yang terbukti efektif membunuh bakteri *E. coli*. Penggunaan tablet klorin memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan, diantaranya:

a. Kelebihan Klorinasi

Klorin merupakan salah satu desinfektan yang paling umum digunakan dalam proses pengolahan air minum karena memiliki

efektivitas tinggi meskipun pada kadar yang rendah, biaya yang ekonomis, serta mampu membentuk residu apabila diaplikasikan dalam dosis yang sesuai (Kuswanto: 2021). Klor (Cl) yang berasal dari senyawa kaporit berperan sebagai oksidator terhadap senyawa organik maupun anorganik yang terdapat dalam air, sekaligus berperan sebagai desinfektan yang efektif untuk membunuh berbagai mikroorganisme patogen, seperti *Escherichia coli*, *Legionella*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Amoeba*. Selain itu, penggunaan klorin juga dinilai efisien karena memiliki biaya yang relatif rendah.

1) Efektivitas Bakterisida yang tinggi

Klorin sangat efektif membunuh bakteri patogen, seperti *Escherichia coli* dan Coliform Total, bahkan pada konsentrasi yang relatif rendah. Pada penelitian ini efektivitas klorin membunuh bakteri hingga persentase efektifitas 100%. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Roslan et al. (2022) mengenai pengolahan air dengan proses klorinasi melalui teknologi tepat guna *Portable Chlorinator* mampu memenuhi batas syarat maksimum Total Coliform dan *E. coli* yang diperbolehkan dengan persentase efektifitas 100%.

2) Mudah diaplikasikan dan biaya rendah

Penggunaan tablet klorin menggunakan tabung klorinator sangat mudah digunakan, dibandingkan metode desinfeksi yang kompleks pada sumur gali atau penampungan air. Pada penelitian ini

pembuatan tabung klorinator memerlukan biaya sebesar Rp240.000; dan tablet klorinator sebesar Rp. 10.000; /200 gram. Menurut Nielsen et al. (2022) klorinasi merupakan salah satu metode yang paling umum, sederhana, dan tergolong hemat biaya di tingkat rumah tangga dalam mengolah air yang terkontaminasi dibandingkan dengan menggunakan metode filtrasi, desinfeksi matahari, atau gabungan flokulasi/desinfeksi. Selain itu juga, Roslan et al. (2022) menggunakan tablet klorin pada portable klorinator sebagai teknologi tepat guna yang dianggap murah, mudah didapat, mudah diterapkan, serta efektif membunuh kuman. Klorinasi pada air di tingkat rumah tangga sangatlah efektif, murah, mudah untuk dilakukan, dan mudah dijangkau (Daniya & Calista, 2022). Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Solomon et al. (2020) diperkuat bahwa klorinasi di tingkat rumah tangga merupakan suatu metode mengenai peningkatan kualitas air paling hemat biaya.

b. Kekurangan Tablet Klorin

Penggunaan klorin sebagai desinfektan *Escherichia coli* memiliki beberapa keterbatasan yaitu senyawa klorin diketahui bersifat karsinogenik dan dapat memengaruhi rasa air bersih yang telah didesinfeksi serta berpotensi menghasilkan senyawa trihalometan (THMs) akibat reaksi antara klorin dengan senyawa organik yang bersifat karsinogenik dan mutagenik (Pungut et al., 2021).

1) Berpotensi Membentuk Produk Sampingan Desinfeksi

Salah satu kelemahan proses klorinasi adalah adanya hubungan positif antara peningkatan konsentrasi kaporit dengan pembentukan senyawa organohalogen, khususnya trihalometan (THM). Semakin tinggi dosis kaporit yang digunakan, maka semakin besar pula kemungkinan terbentuknya THM.

Klorin dapat bereaksi dengan senyawa organik yang terdapat dalam air seperti humus dan sisa tumbuhan, sehingga membentuk produk samping yang dikenal sebagai *Disinfection by products* (DBPs) yang bersifat berbahaya bagi kesehatan (Langsa et al., 2023). Terdapat 2 kelompok senyawa organik halogen yang terbentuk akibat reaksi antara klorin dan senyawa organik alami dalam air, yaitu trihalometana (THM) dan asam haloasetat (HAA). THM adalah senyawa yang terdiri dari empat bahan kimia, yaitu kloroform, bromodiklorometan, dibromoklorometan, dan bromoform (Tamjidillah & Ramadhan, 2023)

2) Menimbulkan bau dan rasa

Pada penelitian ini air yang telah melewati tablet klorin menimbulkan sedikit bau daripada air yang tidak melewati tablet klorin, namun bau yang ditimbulkan tidak terlalu bau. Penggunaan kaporit dengan metode *chlorine diffuser* atau tabung klorinator memiliki kelebihan yaitu kadar kaporit yang tercampur dalam air akan terurai secara perlahan, tidak menimbulkan bau dan dapat dengan mudah diterapkan oleh masyarakat (Kuswanto et al., 2021).

Namun Jika dosis yang diberikan terlalu tinggi, kadar sisa klorin yang berlebihan akan menyebabkan bau dan rasa klorin yang tajam. Hal ini akan menurunkan akseptabilitas masyarakat terhadap air minum, bahkan jika airnya sudah aman secara mikrobiologi.

Air yang telah diklorinasi memiliki rasa dan bau sehingga banyak rumah tangga yang memilih untuk tidak menggunakan air yang telah didesinfeksi (Daniya & Calista, 2022). Penyebab adanya rasa dan bau pada air adalah klorin bereaksi dengan Fenol membentuk mono-, di-, triklorofenol. Residu klorin yang lebih besar dapat menyebabkan bau yang tidak enak (Pambudi et al., 2019).

B. Keterbatasan Penelitian

1. Tidak dilakukannya pengecekan suhu udara untuk melihat apakah suhu air sesuai baku mutu atau tidak.
2. Penentuan dosis tablet klorin diawal perencanaan adalah massa tablet klorin yang digunakan yaitu 100 g, 150 g, dan 200 g. Dosis tablet klorin seharusnya adalah massa tablet klorin yang dilarutkan dalam setiap liter air dengan satuan g/l atau ppm.
3. Penentuan waktu kontak terlalu singkat sehingga tidak cukup untuk melarutkan seluruh dosis tablet yang direncanakan diawal.
4. Waktu 5 menit yang digunakan peneliti adalah waktu air melewati tablet klorin dalam tabung klorinator bukan waktu kontak tablet klorin dengan air.
5. Pengukuran volume air tidak dilakukan pada hari yang sama dengan pengambilan sampel.

BAB VI

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai efektivitas tablet klorin menggunakan tabung klorinator dalam mengurangi bakteri *Escherichia coli* pada air sumur, diperoleh kesimpulan:

1. Terdapat pengaruh tablet klorin dengan berbagai dosis dalam menurunkan bakteri *Escherichia coli* dengan nilai $p = 0,0005$. Tablet klorin 1 g/ 85L dapat menurunkan bakteri *Escherichia coli* sebanyak 13,3 APM/mL (85,8%). Tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L dapat menurunkan bakteri *Escherichia coli* sebanyak 15,5 APM/mL (100%) dalam air sumur.
2. Perlakuan dengan tablet klorin 1,5 g/ 85L dan 2 g/ 85L merupakan dosis yang paling efektif untuk menurunkan bakteri *Escherichia coli* dengan nilai persentase efektivitas penurunan sebesar 100 % dan sisa klor bebas dibawah baku mutu yaitu 0,12 mg/l dan 0,17 mg/l.

B. Saran

Mengingat keterbatasan penelitian ini maka peneliti ingin menyarankan sebagai berikut:

1. Bagi Masyarakat

- a. Masyarakat disarankan untuk menggunakan tabung klorinator dengan dosis tablet 1,5 g/ 85L dan dosis tablet 2 g/ 85L untuk desinfeksi air. Namun, penggunaan tablet klorin dalam jangka panjang perlu dilakukan

pengecekan sisa klor bebas secara kontinyu sehingga sisa klor bebas tetap berada di bawah baku mutu yang telah ditentukan yaitu 0,2 mg/l.

- b. Penggunaan tablet klorin pada tabung klorinator sebaiknya dibarengi dengan penggunaan filter sebelum atau sesudah klorinasi untuk meminimalkan pembentukan THM.

2. Bagi Peneliti Lain

- a. Penelitian lanjutan disarankan untuk menguji waktu kontak klorin dengan sumur gali yang lebih panjang, seperti 10, 20, dan 30 menit, guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.
- b. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk menguji efektifitas penggunaan tablet klorin menggunakan tabung klorinator dalam jangka waktu yang panjang seperti 1 bulan untuk melihat performa alat dalam kondisi penggunaan rutin.
- c. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengukur suhu udara agar mengetahui suhu air berada dalam baku mutu atau tidak.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, H., Hadiansyah, M. I., Rahayu, E. P., Sylvia, D., Al Hakim, R. R., Annashr, N. N., Kurniawan, A. A., Herniawanti, Fajarwaty, T., Hasanah, P., Asman, A., & Ruhardi, A. (2021). *Sanitasi Rumah Sakit*. Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia (PRCI).
- Ali, M. (2010). *Monograf Peran Proses Desinfeksi dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produk Air Bersih*. UPN Press.
- Badan Standar Nasional. (2010). *SNI ISO 9308-1:2010: Kualitas Air Deteksi dan penghitungan bakteri coliform dan Escherichia coli*.
- Badan Standar Nasional. (2015). *SNI 3554-2015: Cara Uji Air Minum dalam Kemasan*. www.bsn.go.id
- Badan Standar Nasional. (2019). *SNI 6989.11-2019: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan pH Meter*.
- Badan Standar Nasional. (2022). *SNI 9063-2022: Pengambilan Air untuk Mikrobiologi*.
- BBTKLPP Surabaya. (2021). *Buku Pedoman Teknologi Tepat Guna Portable Chlorinator*.
- Busyairi, M., Dewi, Y. P., & Widodo, D. I. (2016). Efektivitas Kaporit Pada Proses Klorinasi Terhadap Penurunan Bakteri Coliform Dari Limbah Cair Rumah Sakit X Samarinda. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(2), 156–162.
- Daniya, A. A., & Calista, A. P. (2022). *Studi Literature Review: Efektivitas Metode Klorinasi Pada Air Bersih terhadap Penurunan Kejadian Diare*.
- Habibi, N. A., Utami, C. T., & Amelia, R. R. (2019). Efektifitas dan Efisiensi Penggunaan Klorinator sebagai Sarana Pelarut Disinfektan di Usaha Kecil dan Menengah (UKM). *Jurnal Sains Terapan*, 5(1).
- Hayat, F. (2020). Analisis Kadar Klor Bebas (Cl₂) dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat di Sepanjang Sungai Cidanau Kota Cilegon. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Mulawarman*, 2(2).

- Istikomah, M. N., Budiyo, & Darundiati, Y. H. (2018). Efektivitas Variasi Dosis Kalsium Hipoklorit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) Dalam Menurunkan Koloni Salmonella Sp Dan Bakteri Coliform Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan Penggaron Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2).
- Kallista, V., Winardi, & Asbanu, G. C. (2023). Analisis Efektivitas Penggunaan Elektroklorinasi dan Gas Klor Pada Proses Disinfeksi Air Minum (Studi Kasus: PERUMDA Air Minum Tirta Khatulistiwa). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(2), 268–278.
- KEMENKES. (2023). *Peraturan Menteri Kesehatan No 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaa Peraturan Pemerintah No 66 Tahun 2014 tentang KesehatanLingkungan*. www.peraturan.go.id
- Kerubun, A. A. (2014). Wastewater Quality in Tulehu Regional Public Hospital Ali. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 180–185.
- Khambali, Rustanti, I., & Kriswandana, F. (2023). *Penyehatan Air Teori dan Aplikasi Penyediaan Air Bersih bagi Masyarakat*. PT Literasi Nusantara Abadi Grup.
- Kuswanto, Yuniarno, S., & Hastawati, I. (2021). Aplikasi Chlorine Diffuser dalam Menurunkan Angka Coliform pada Sumur Gali . *Jurnal Kesmas Indonesia*, 13(2), 168–181.
- Langsa, M. H., Ramadhanty, P. W., & Pulung, M. L. (2023). Potensi Pembentukan Trihalometana (THM) Selama Proses Klorinasi pada Air Sungai Maruni dan Air Kali SP 6 di Kabupaten Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 7(3).
- Mardizal, J., Rizal, F., & Syah, N. (2024). *MANAJEMEN KUALITAS AIR*. CV. EUREKA MEDIA AKSARA.
- Masri, R. M., & Purwaamijaya, I. M. (2022). *Rekayasa Lingkungan* . Deepublish.
- Mulyati, S. A., Maidaswar, Srikandi, Azizah, M., & Atikah, N. (2022). Efektivitas Tablet Klorin Dalam Menurunkan Kandungan Coliform Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Sains Natural*, 12, 10–16.
- Nielsen, A. M., Garcia, L. A. T., Silva, K. J. S., Sabogal-Paz, L. P., Hincapié, M. M., Montoya, L. J., Galeano, L., Galdos-Balzategui, A., Reygadas, F., Herrera, C., Golden, S., Byrne, J. A., & Fernández-Ibáñez, P. (2022). Chlorination for low-cost household water disinfection– A critical review and status in three

- Latin American countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* , 244.
- Nugrayanti, M. S., Dermawan, D., & Dewi, T. U. (2018). Pengaruh pemberian dosis trichloroisocyanuric acid (tcca) pada bak desinfeksi terhadap penurunan kandungan *Escherichia coli* di RSUD Dr. R. Koesma Proceeding Tuban. *Conference Waste Treatment Technology*, 1(1), 129–134.
- Pambudi, L., Ismail, KGS. M., & Sudjanto, H. (2019). RANCANGAN SISTEM OTOMATIS CHLORINATOR PADA DISTRIBUSI AIR BERSIH DI BANDAR UDARA INTERNATIONAL SOEKARNO-HATTA . *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, 12(3).
- PRESIDEN. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 47 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Bidang Perumahan Sakitan*.
- Pungut, Sutrisno, J., & Nuryanto, D. (2021). PENERAPAN LOGAM ANTIMIKROBA (KAWAT TEMBAGA) UNTUK MENURUNKAN KADAR E-COLI, TOTAL COLIFORM DAN TEMBAGA PADA AIR SUNGAI. *Jurnal Teknik Waktu*, 19(1).
- Purnomosutji, D. P. (2021). Penentuan Dosis Optimum Natrium Hipoklorit Pada Proses Klorinasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Perusahaan Farmasi. *Informatek*, 23(1).
- Rahayu, W. P., Nurjanah, S., & Komalasari, E. (2018). *Escherichia coli: Patogenesis, Analisis dan Kajian Risiko* (1st ed.). PT Penerbit IPB Press.
- Roslan, R., Damalia, F. P. I., & Mirasa, Y. A. (2022). Teknologi Tepat Guna Portable Chlorinator pada Sistem Penyediaan Air Komunal Pedesaan. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat* , 18(1), 29–35.
- Said, N. I. (2007). Disinfeksi untuk Proses Pengolahan Air Minum. *Jurnal Air Indonesia*, 3(1).
- sholikhah, I., & Yulianto. (2019). *STUDI KUALITAS MIKROBIOLOGI AIR SUMUR GALI SEBELUM DAN SESUDAH MENGGUNAKAN CHLORINE DIFFUSER DI DESA SELABAYA KECAMATAN KALIMANAH KABUPATEN PURBALINGGA TAHUN 2018* (Vol. 38, Issue 2).
- Sofia, E., & Riduan, R. (2017). Evaluasi Dan Analisis Pola Sebaran Sisa Klor Bebas Pada Jaringan Distribusi Ipa Sungai Lulut Pdam Bandarmasih. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(2), 33–52.

- Solomon, E., Robele, S., Kloos, H., & Mengistie, B. (2020). Effect of household water treatment with chlorine on diarrhea among children under the age of five years in rural areas of Dire Dawa, eastern Ethiopia_ a cluster randomized controlled trial. *Infectious Diseases of Poverty* , 9.
- Sudarmadji, Hadi, P., & Widyastuti, M. (2022). *Pengelolaan Sumberdaya Air Terpadu*. UGM Press.
- Sugiyono, & Puspanthani, M. E. (2020). *Metode Penelitian Kesehatan*. Alfabeta.
- Suri, P. M. (2019). *Analisa Kadar Klorin Pada Air Kolam Renang Deli di Kota Medan*. [Karya Tulis Ilmiah]. Politeknik Kesehatan Kemenkes.
- Suryaputra, K. F., Pasaribu, D. M. R., & Dharmawan, A. (2021). Efektivitas Daya Hambat Disinfektan Klorin terhadap Bakteri *Escherichia Coli* Penghasil Extended Spectrum Beta Lactamase. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 27(3), 217–222.
- Syahputra, B., Soedarsono, & Poedjiastoeti, H. (2022). *Perancangan Bangunan Pengolahan Air Minum*. <https://www.researchgate.net/publication/362429794>
- Tamjidillah, M., & Ramadhan, M. N. (2023). *TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR BERSIH* (1st ed.). CV IRDH .

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SILIWANGI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN

Jalan Siliwangi Nomor 24 Kota Tasikmalaya Kode Pos 46115
Telepon (0265) 330634, 333092 Faksimile (0265) 325812
Laman: www.unsil.ac.id Posel: info@unsil.ac.id

Nomor : 4680/UN58.15.2/KM/2025
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

18 September 2025

Kepada Yth :
Kepala Desa Mekarsari
Kabupaten Garut
di
Tempat

Disampaikan dengan hormat, bahwa mahasiswa Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Siliwangi Tasikmalaya, yang namanya tersebut di bawah ini :

Nama	: Mela Wulandari
NPM	: 214101042
Peminatan/Jurusan	: Kesehatan Lingkungan/Kesehatan Masyarakat
Tingkat/Semester	: IV/VIII
No Hp/WA	: 083857310293

Sehubungan maksud di atas, mahasiswa kami akan melaksanakan izin Penelitian serta dibutuhkan data untuk keperluan Penyusunan Skripsi mengenai, **"Efektivitas Tablet Klorin Menggunakan Tabung Klorinator dalam Mengurangi Bakteri *Escherichia coli* pada Air Sumur Kampung Cidahu Kabupaten Garut"**. Untuk itu kami mohon Bapak/Ibu memberi izin kepada mahasiswa kami, untuk menunjang kelancaran penyelesaian Tugas Akhir.

Demikian permohonan ini, atas perhatian serta kerja sama yang baik, kami ucapkan terima kasih.

a.n Dekan,
Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan

Sri Maywati., SKM., M.Kes.,CRA.,CRP
NIP : 197707022021212007



Lampiran 2. Balasan Surat Izin Penelitian

	PEMERINTAH KABUPATEN GARUT KECAMATAN KARANGPAWITAN KANTOR DESA MEKARSARI Alamat : Jln. Tegaltati Nomor 001 Karangpawitan Garut Kode Pos 44182
SURAT KETERANGAN Nomor : 140 / Ds - 001 / IX / 2025	
Yang bertanda tangan dibawah ini, Kepala Desa Mekarsari Kecamatan Karangpawitan Kabupaten Garut, menerangkan bahwa :	
N a m a Jenis Kelamin NPM Pekerjaan Tingkat / Semester A l a m a t	: MELA WULANDARI : Perempuan : 214101042 : Mahasiswa Fakultas Ilmu Kesehatan Lingkungan / Kesehatan Masyarakat : IV / VIII : Kp. Cidahu RT 001 / RW 006 Desa Mekarsari Kecamatan Karangpawitan
Berdasarkan Surat Permohonan izin Penelitian guna penyusunan Skripsi mengenai " <i>Efektifitasd Tablet Klorin Menggunakan Tabung Kloronator dalam mengurangi Bakteri Escherichia Coli pad air sumur</i> ", yang akan dilaksanakan pada hari Rabu Tanggal 24 September 2025 tempat Kp.Cidahu.	
Berdasar hal tersebut kami memberikan izin kepada yang bersangkutan untuk melaksanakan kegiatan tersebut. Untuk menunjang kegiatan tersebut kami mohon Bapak Ketua RT/ RW Kp.Cidahu dapat membantu memfasilitasi kegiatan tersebut.	
Demikian Surat keterangan ini kami buat dengan sebenarnya, untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.	
Mekarsari, 23 September 2025 Kepala Desa Mekarsari Sekretaris  ASERSAEPUDIN 19780205022016	

Lampiran 3. Dokumentasi



Tabung Klorinator



Sumur Gali



Pemberian Tablet Klorin



Pengambilan sampel untuk uji mikrobiologi



Pengambilan sampel untuk uji fisika & kimia



Pengukuran Suhu



Pengukuran pH



Pengujian Sisa Klor Bebas



**Media Pengaman Sampel Uji
Mikrobiologi**



Sampel Uji Mikrobiologi



Penimbangan Tablet Klorin

Lampiran 4. Rekaman Data Lapangan

Rekaman Data Lapangan

Tanggal : 24 September 2025
Pengambil Sampel : Mela Wulandari
Data Sumur :
 1. Jenis sumur : Air sumur gali
 2. Tahun pembuatan : 2012
 3. Pemilik sumur : Masyarakat RT 03/PW 06
 4. Lokasi sumur : KP. Lidahu RT 03/PW 06 Ds. Metarsari kec Karangpawitan Garut.
 5. Koordinat titik sumur : ~ 7.201526, 107.932000

	Ulangan 1				Ulangan 2				Ulangan 3			
Sampel	A ₁	D ₁	B ₁	C ₁	B ₂	C ₂	A ₂	D ₂	C ₃	B ₃	D ₃	A ₃
Waktu Pengambilan	10.12	10.44	10.23	10.33	10.54	11.03	11.08	11.18	11.27	11.28	11.48	11.52
pH	7,4	7,48	7,4	7,41	7,4	7,43	7,4	7,49	7,42	7,41	7,5	7,4
Suhu	26	26	26	26	26	26	26	27	26	26	27	26
Sisa Klor		0,16	0,09	0,11	0,07	0,12		0,17	0,14	0,10	0,18	

	Ulangan 4				Ulangan 5				Ulangan 6			
Sampel	D ₄	A ₄	C ₄	B ₄	A ₅	C ₅	B ₅	D ₅	B ₆	D ₆	C ₆	A ₆
Waktu Pengambilan	12.04	12.09	12.19	12.28	12.34	12.44	12.53	13.03	13.14	13.24	13.33	13.38
pH	7,5	7,4	7,45	7,42	7,4	7,44	7,41	7,51	7,42	7,52	7,44	7,4
Suhu	29	27 27	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28
Sisa Klor	0,17	0,17	0,12	0,08	0	0,10	0,08	0,17	0,06	0,17	0,13	

alat yang digunakan
 Termometer air raksa
 pti meter
 photometer ZE-200

Lampiran 5. Hasil Pemeriksaan Pre Eksperimen

DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM KESEHATAN DAN KALIBRASI
TERAKREDITASI : PARIPURNA
Jalan Pahlawan Nomor 20 Garut (0262) 4892941
Email: labkesdagarut@gmail.com

HASIL PEMERIKSAAN KUALITAS AIR BERSIH SECARA MIKROBIOLOGI
Nomor Register : 01/Lap.AB/VI/2025

No.Lab : 228
Pengirim : Mela Wulandari
Alamat : Kp. Cidahu RT 03 RW 06 Desa Mekarsari
Kec. Karangpawitan Kab. Garut
Tgl dan Jam Pengambilan sampel : 01 Juli 2025 7.30
Tgl dan Jam Penerimaan Sampel : 01 Juli 2025 8.45
Tgl dan Jam Pengerjaan Sampel : 01 Juli 2025 8.50
Asal Sampel : Sumur Tanpa Kaporit

MENGACU KEPADA PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 2 TAHUN 2023
TENTANG PERATURAN PELAKSANAAN PERATURAN PEMERINTAH NO. 66 TAHUN 2014

NO	NO LAB	JENIS SAMPEL	PARAMETER	METODE	HASIL	NILAI RUJUKAN	SATUAN
1	228	AIR BERSIH	APM E. Coli	SNL 01-2897-1992	15	0	APM/100 ml

Keterangan Hasil : Tidak Memenuhi Syarat

Catatatan : Hasil dibuat berdasarkan contoh uji yang diterima di Laboratorium

APM (Angka Paling Mungkin)

Hasil < 2 menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri

☒ Sampel Bawa Sendiri

Garut, 08 Juli 2025
Kepala UPT Labkes dan Kalibrasi

dr. Dedi Rahmat
Penata Tk I/II d
NIP.19840802 201412 1 001



DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM KESEHATAN DAN KALIBRASI
TERAKREDITASI : PARIPURNA
Jalan Pahlawan Nomor 20 Garut (0262) 4892941
Email: labkesdagarut@gmail.com



HASIL PEMERIKSAAN KUALITAS AIR BERSIH SECARA MIKROBIOLOGI
Nomor Register : 02/Lap.AB/VII/2025

No. Lab : 229
Pengirim : Mela Wulandari
Alamat : Kp. Cidahu RT 03 RW 06 Desa Mekarsari
Kec. Karangpawitan Kab. Garut
Tgl dan Jam Pengambilan sampel : 01 Juli 2025 7.40
Tgl dan Jam Penerimaan Sampel : 01 Juli 2025 8.45
Tgl dan Jam Pengerjaan Sampel : 01 Juli 2025 8.55
Asal Sampel : Sumur Berkaporit

MENGACU KEPADA PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 2 TAHUN 2023
TENTANG PERATURAN PELAKSANAAN PERATURAN PEMERINTAH NO. 66 TAHUN 2014

NO	NO LAB	JENIS SAMPEL	PARAMETER	METODE	HASIL	NILAI RUJUKAN	SATUAN
1	229	AIR BERSIH	APM E. Coli	SNL 01-2897-1992	<2	0	APM/100 ml

Keterangan Hasil : Memenuhi Syarat

Catatan : Hasil dibuat berdasarkan contoh uji yang diterima di Laboratorium

APM (Angka Paling Mungkin)

Hasil < 2 menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri

☒ Sampel Bawa Sendiri

Garut, 08 Juli 2025
Kepala UPT Labkes dan Kalibrasi



dr. Dedi Rahmat
Penata Tk I/III.d
NIP. 19840802 201412 1 001

Lampiran 6. Hasil Pemeriksaan Bakteri *E.coli*



PEMERINTAH KABUPATEN CIAMIS
DINAS KESEHATAN
UPTD LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH
Jl. Rumah Sakit No. 41 Ciamis Kode Pos 46211
Email : labkesdaciamis@gmail.com

NAMA INSTANSI / PENGIRIM : Mela Wulandari

ASAL SAMPEL : Mela Wulandari

ALAMAT : Kp. Cidahu RT/RW 003/006 Ds. Mekarsari Karangpawitan Garut

KETERANGAN SAMPEL

- Jenis Sampel : Air Bersih
- Tanggal Pengambilan Sampel : 24 September 2025
- Tanggal Pemeriksaan Sampel : 24 September 2025 s/d 2 Oktober 2025

HASIL PEMERIKSAAN KUALITAS AIR BERSIH SECARA MIKROBIOLOGI
 Mengacu kepada Permenkes No. 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014
 Tentang Kesehatan Lingkungan

No. Lab	Kode Sampel	Hasil <i>Escherichia Coli</i>	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan	Kesimpulan
1P	A1	15	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
2P	A2	16	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
3P	A3	17	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
4P	A4	15	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
5P	A5	15	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
6P	A6	15	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
7P	B1	2	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
8P	B2	2	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
9P	B3	2,8	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
10P	B4	2	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
11P	B5	2	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
12P	B6	2,4	0	MPN/100mL	Tidak Memenuhi Syarat Air Bersih
13P	C1	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih
14P	C2	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih
15P	C3	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih
16P	C4	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih
17P	C5	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih
18P	C6	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih
19P	D1	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih
20P	D2	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih
21P	D3	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih
22P	D4	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih
23P	D5	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih
24P	D6	0	0	MPN/100mL	Memenuhi Syarat Air Bersih

*Hasil dibuat berdasarkan contoh uji yang diterima di laboratorium

Mengetahui,
 Kepala UPTD Labkesda Kab Ciamis

 Hi Tita Supartini, S.Sos, M.Kes
 NIP. 19710331 199303 2 006

Ciamis, 2 Oktober 2025
 Pemeriksa

 Lera Nopianti, Amd, AK
 NIP. 19851130 201001 2 006

Lampiran 7. Output SPSS

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
Penurunan E coli dengan tablet klorin 1 g/ 85L	6	12.60	14.20	13.3000	.64187	.412
Penurunan E coli dengan tablet klorin 1,5 g/ 85L	6	15.00	17.00	15.5000	.83666	.700
Penurunan E coli dengan tablet klorin 2 g/ 85L	6	15.00	17.00	15.5000	.83666	.700
Valid N (listwise)	6					

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Bakteri E coli
N		24
Normal Parameters ^a	Mean	4.417
	Std. Deviation	6.6120
Most Extreme Differences	Absolute	.347
	Positive	.347
	Negative	-.252
Kolmogorov-Smirnov Z		1.698
Asymp. Sig. (2-tailed)		.006

a. Test distribution is Normal.

Kruskal-Wallis

Ranks

	Perlaku...	N	Mean Rank
Bakteri E coli	Kontrol	6	21.50
	1 g/ 85L	6	15.50
	1,5 g/ 85L	6	6.50
	2 g/ 85L	6	6.50
	Total	24	

Test Statistics^{a,b}

	Bakteri E coli
Chi-Square	22.423
df	3
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Mann-Whitney

Ranks

	Perla...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Bakteri E coli	Kontrol	6	9.50	57.00
	1 g/ 85L	6	3.50	21.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	Bakteri E coli
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.989
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

Ranks

	Perlaku...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Bakteri E coli	Kontrol	6	9.50	57.00
	1,5 g/ 85L	6	3.50	21.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	Bakteri E coli
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.140
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

Ranks

	Perla...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Bakteri E coli	Kontrol	6	9.50	57.00
	2 g/ 85L	6	3.50	21.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	Bakteri E coli
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.140
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

Ranks

	Perlaku...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Bakteri E coli	1 g/ 85L	6	9.50	57.00
	1,5 g/ 85L	6	3.50	21.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	Bakteri E coli
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.140
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

Ranks

	Perla...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Bakteri E coli	1 g/ 85L	6	9.50	57.00
	2 g/ 85L	6	3.50	21.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	Bakteri E coli
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.140
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

Ranks

	Perlaku...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Bakteri E coli	1,5 g/ 85L	6	6.50	39.00
	2 g/ 85L	6	6.50	39.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	Bakteri E coli
Mann-Whitney U	18.000
Wilcoxon W	39.000
Z	.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan