

## Antibacterial Effectiveness Test of Lemongrass Leaf (*Cymbopogon Citratus*) Boiled Water In Decreasing The Number of *Escherichia Coli* Bacterial Colonies

Kisi Rahmadevy<sup>1)</sup>, Syarifah Miftahul El Jannah T<sup>1)</sup>, Nur Alfi Syahri<sup>1)</sup>,  
Endang Uji Wahyuni<sup>1)</sup>, Sri Ani<sup>1)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta II,  
Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, 12120

E-mail: [devyrahma44@gmail.com](mailto:devyrahma44@gmail.com)

Submitted: August 26<sup>th</sup>, 2022; Accepted: December 19<sup>th</sup>, 2022

<https://doi.org/10.36525/sanitas.2022.19>

### ABSTRACT

The presence of disease can be caused by a microorganism (virus, bacteria, fungus and parasite), and the environment that can infect a person either directly or through intermediaries. Environmental components such as air, water, food, and others are the natural transfer paths of disease. So that humans must maintain personal hygiene, the environment and equipment that is often used such as cutlery to avoid the threat of pathogenic microorganisms. Contamination in the washing process of cutlery by water containing *Escherichia coli* bacteria will damage the quality of food and cause diarrhea. One of the efforts to reduce the number of germs is to disinfect using chemicals such as chlorine. However, the use of chemicals actually has a negative impact on health and the environment, we need alternatives that do not cause pollution and are safe for humans such as the use of natural materials. One of them is lemon grass which can be used as an antibacterial. This experimental study aimed to determine the antibacterial effectiveness of lemongrass leaves with concentrations of 10 %, 15 %, 20 % and 25 % in reducing the number of *Escherichia coli* bacterial colonies after 5 minutes, 10 minutes and 15 minutes of contact, using the spread plate method with Eosin Methylene Blue Agar (EMBA) media. The results showed a decrease in the number of *Escherichia coli* bacterial colonies after treatment using boiled water from lemongrass leaves from a concentration of 10% after 5 minutes of contact. Based on the ANOVA analysis, it was found that with p-value 0.05 there was a significant difference in each variation of concentration and contact time. The boiled water of lemongrass leaves with the highest level of effectiveness is in concentration of 25 % with a contact time of 15 minutes.

**Keywords:** *Esherichia coli*, Lemongrass (*Cymbopogon citratus*), antibacterial

This is an open access journal, and articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial-Share Alike 4.0 License, which allows others to remix, tweak, and build upon the work non-commercially, as long as appropriate credit is given and the new creations are licensed under the identical terms.

©2022 Sanitas

## **Uji Efektivitas Antibakteri Air Rebusan Daun Serai Dapur (*Cymbopogon Citratus*) Dalam Penurunan Jumlah Koloni Bakteri *Escherichia Coli***

### **ABSTRAK**

Kehadiran penyakit bisa ditimbulkan oleh suatu mikroorganisme (virus, bakteri, jamur dan parasit), serta lingkungan yang dapat menginfeksi seseorang baik langsung maupun melalui perantara. Komponen lingkungan seperti udara, air, makanan, dan lain sebagainya menjadi jalur perpindahan alamiah penyakit. Sehingga manusia harus memelihara kebersihan diri, lingkungan dan peralatan yang sering digunakan seperti alat makan agar terhindar dari ancaman mikroorganisme patogen. Kontaminasi pada proses pencucian alat makan oleh air yang mengandung bakteri *Escherichia coli* akan merusak kualitas makanan dan menimbulkan penyakit diare. Salah satu upaya menurunkan jumlah kuman dengan melakukan desinfeksi menggunakan bahan kimia seperti klorin. Namun, penggunaan bahan kimia justru menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan maupun lingkungan, diperlukan alternatif yang tidak menimbulkan pencemaran dan aman bagi manusia seperti penggunaan bahan alam. Salah satunya daun serai yang bisa dimanfaatkan sebagai antibakteri. Penelitian bersifat eksperimen bertujuan mengetahui efektivitas antibakteri air rebusan daun serai dapur konsentrasi 10 %, 15 %, 20 % dan 25 % dalam menurunkan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* setelah kontak 5 menit, 10 menit dan 15 menit, menggunakan metode cawan sebar dengan media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA). Hasil menunjukkan adanya penurunan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* sesudah perlakuan menggunakan air rebusan daun serai dapur dari konsentrasi 10 % setelah kontak 5 menit. Berdasarkan analisis anova, didapatkan  $p\text{-value} \leq 0,05$  ada perbedaan bermakna pada setiap variasi konsentrasi dan waktu kontak. Air rebusan daun serai dapur dengan tingkat efektivitas paling tinggi adalah konsentrasi 25 % dengan waktu kontak 15 menit.

**Kata Kunci:** *Escherichia coli*, Serai dapur (*Cymbopogon citratus*), antibakteri

### **PENDAHULUAN**

Sehat adalah kondisi dimana mental, jasmani maupun kesejahteraan sosial seseorang dalam keadaan sempurna.(1) Seseorang yang sehat bisa menjadi sakit akibat penyakit yang menyerangnya. Kehadiran penyakit bisa ditimbulkan oleh suatu mikroorganisme (virus, bakteri, jamur dan parasit), serta lingkungan yang dapat menginfeksi seseorang baik langsung maupun melalui perantara.(2) Komponen lingkungan seperti udara, air, makanan, dan lain sebagainya menjadi jalur alamiah penularan penyakit.(2) Kebersihan diri dan lingkungan sekitar merupakan upaya menjaga kesehatan agar terhindar dari mikroorganisme patogen.

Masyarakat banyak memanfaatkan air tanah sebagai komponen utama dalam menjaga kondisi higiene dan sanitasi. Namun, kualitas air tanah dangkal pada beberapa tempat di kota-kota besar kurang baik. Hasil pemeriksaan bakteriologis 75 sampel sumur air tanah dari 75 kelurahan di Jakarta menunjukkan 80 % telah tercemar bakteri *Escherichia coli*.(3) Tingginya tingkat pencemaran air oleh bakteri *Escherichia coli*

berpotensi bahaya bagi kesehatan manusia. Pada penelitian di wilayah Waihaong Kota Ambon, didapatkan ada hubungan kualitas bakteriologis air sumur gali dengan kejadian diare di daerah setempat. Air bersih yang tercemar *Escherichia coli* tersebut digunakan untuk kegiatan sehari-hari rumah tangga seperti mencuci peralatan dapur, bahan makanan, sayur lalapan dan buah-buahan. Hal ini mengakibatkan kejadian diare bukan hanya terjadi karena konsumsi air yang sudah tercemar *Escherichia coli*, melainkan juga melalui pencucian alat makan dan bahan makanan.(4)

Salah satu upaya menurunkan jumlah kuman adalah dengan desinfeksi menggunakan bahan kimia. Umumnya bahan kimia yang sering digunakan adalah klorin. Penggunaan bahan kimia justru dapat menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan manusia dan pencemaran lingkungan. Dampak klorin bagi kesehatan yaitu mengganggu sistem kekebalan tubuh, merusak hati dan ginjal, pencernaan serta sistem syaraf.(5) Sedangkan bagi lingkungan, klorin menimbulkan pencemaran, kerusakan lapisan ozon dan pemanasan global.(5) Bahan alami yang lebih aman diperlukan sebagai alternatif. Bahan alami selain tidak menimbulkan pencemaran juga aman bagi kesehatan. Salah satu sumber senyawa antibakteri yang bisa dimanfaatkan yakni berasal dari tumbuhan.(6) Dari berbagai bahan alami yang ada, serai adalah salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai antibakteri.

Tanaman serai berlimpah di Indonesia, berbagai penelitian menunjukkan bahwa serai dapur (*Cymbopogon citratus*) mengandung antiseptik(7), antimikroba, antioksidan, dan analgesik.(8) Kemampuan antibakteri pada daun serai dapur karena adanya kandungan fitokimia berupa flavonoid, tanin, fenol, dan minyak esensial. Senyawa-senyawa tersebut bersifat bakterisida dan fungisida, bekerja dengan cara merusak membran sel.(9)

Sampai saat ini penelitian mengenai pemanfaatan daun serai dapur dalam kemampuannya membunuh atau menghambat bakteri *Escherichia coli* sebagai indikator pencemaran masih minim. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengujian efektivitas antibakteri pada air rebusan daun serai dapur terhadap bakteri *Escherichia coli* dengan variasi konsentrasi (10 %, 15 %, 20 %, 25 %) dan waktu kontak (5, 10, 15 menit), mengetahui perbedaan efektivitas penurunan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* dengan

berbagai variasi konsentrasi air rebusan daun serai dapur dan variasi waktu kontak. serta mengetahui pengaruh air rebusan daun serai dapur terhadap faktor suhu dan pH.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini bersifat eksperimen laboratorium, bertujuan mengetahui efektivitas antibakteri air rebusan daun serai dapur dalam menurunkan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli*. Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Jakarta II pada bulan April- Juni 2022. Alat yang digunakan: *autoclave*, inkubator, oven, *petridish*, jarum ose, tabung reaksi (10 ml), rak tabung, pipet ukur, mikro pipet, erlenmeyer, corong, *beaker glass*, *waterbath*, kertas saring whatman, kertas saring millipore, vakum millipore, aluminium foil, lampu spiritus, dan kertas coklat. Bahan/media yang digunakan: *Eosin Methylene Blue* (EMB), Agar, *Buffered Peptone*, akuades, NaCl 0,9 %, dan standar Mc Farland 0,5.

Daun serai dapur diambil dari perkebunan di Leuwiliang, Bogor dan memiliki kriteria: berumur  $\pm 8$  bulan pasca penanaman dan masih segar berwarna hijau. Daun serai dapur dicuci, dikeringkan, dihaluskan dan ditimbang menjadi empat variasi konsentrasi yaitu 30 gram untuk konsentrasi 10 %; 45 gram untuk konsentrasi 15 %; 60 gram untuk konsentrasi 20 %; dan 75 gram untuk konsentrasi 25 %; dalam 300 ml akuades. Sampel direbus menggunakan *waterbath* dengan ketentuan ekstraksi infudasi selama 15 menit terhitung saat suhu mencapai 90° C. Saring dengan kertas saring whatman dan millipore untuk menghasilkan air rebusan daun serai dapur yang bersih dari ampas serbuk serai dan steril.

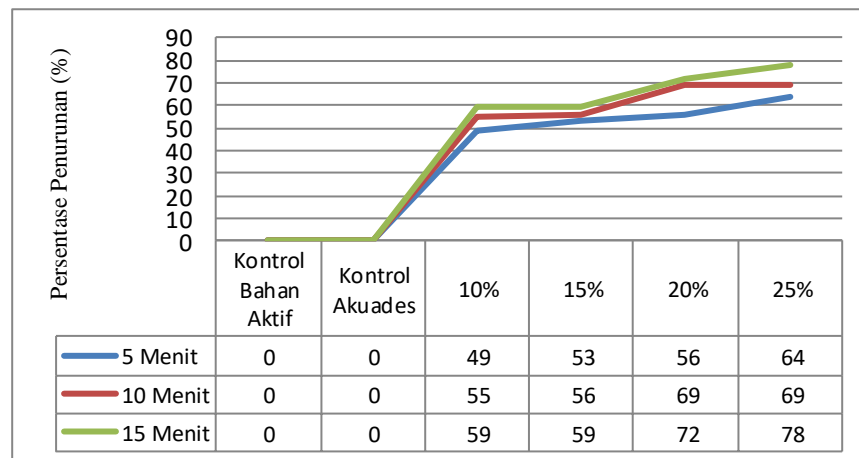
Bakteri uji *Escherichia coli* jenis ATCC 25922 dalam bentuk *cultiloops* didapatkan dari laboratorium Mikrobiologi Lingkungan Universitas MH Thamrin. Bakteri tersebut ditanam dalam media *Buffered Peptone* dan diinkubasi 24 jam dengan suhu 37° C. Setelah inkubasi, encerkan suspensi bakteri dengan NaCl 0,9 % steril sampai kekeruhannya sama dengan standar Mc Farland 0,5. Selanjutnya pengenceran dilakukan menggunakan *Buffered Peptone* sampai didapatkan jumlah koloni bakteri sekitar  $10^2$ .

Pengujian dilakukan dengan memasukkan 0,01 suspensi bakteri ke dalam air rebusan daun serai dapur (10 %, 15 %, 20 %, 25 %). Tanam sampel uji menggunakan mikro pipet sebanyak 0,01 ml berdasarkan variasi waktu kontak yaitu 5, 10, 15 menit. Penanaman hasil kontak bakteri *Escherichia coli* dengan air rebusan daun serai dapur menggunakan teknik cawan sebar pada media EMBA. Dilakukan pula penanaman suspensi bakteri tanpa dikontakkan dengan air rebusan daun serai dapur sebagai pembanding atau hasil awal koloni bakteri sebelum perlakuan. Setelah permukaan pada media mengering, inkubasi dalam posisi terbalik dengan suhu ruangan selama 24 jam. Pengamatan hasil uji dilakukan dengan cara menghitung koloni bakteri yang ditandai dengan kilat logam pada media EMBA menggunakan *colony counter*. Dibuat kontrol bahan aktif dengan memasukkan 0,01 ml air rebusan daun serai dapur setiap konsentrasi dan kontrol air akuades dengan memasukkan 0,01 ml akuades pada EMB Agar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Persentase Penurunan Jumlah Koloni Bakteri *Escherichia coli* Sesudah Perlakuan dengan Air Rebusan Daun Serai (*Cymbopogon citratus*)

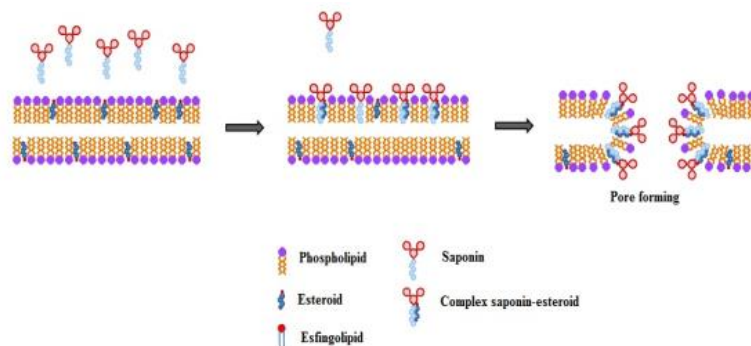
Persentase penurunan hasil uji efektivitas antibakteri air rebusan daun serai dapur (*Cymbopogon citratus*) terhadap jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* dapat dilihat pada gambar 1.



### Gambar 1 Persentase Penurunan Jumlah Koloni Bakteri *Escherichia coli* Sesudah Perlakuan

Hasil persentase penurunan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* paling rendah yaitu 49 %, ada pada konsentrasi 10 % di waktu kontak 5 menit. Sedangkan yang memiliki efektivitas antibakteri paling tinggi yaitu 78 %, adalah konsentrasi 25 % dengan waktu kontak 15 menit. Semakin tinggi konsentrasi dan semakin lama waktu kontak, persentase penurunan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* mengalami peningkatan. Hal ini karena semakin banyak zat aktif yang dilepaskan maka kematian mikroorganismenya juga akan semakin besar. Semakin lamanya waktu kontak memberikan kesempatan kontak lebih lama antara zat aktif dengan bakteri sehingga kematian *Escherichia coli* akan bertambah besar (10). Berdasarkan hasil pengujian pada kontrol, didapatkan kontrol bahan aktif pada setiap konsentrasi dan kontrol akuades adalah 0 bakteri *Escherichia coli*. Artinya, tidak ada bakteri *Escherichia coli* yang berasal dari bahan aktif atau rebusan daun serai dan akuades yang digunakan sebagai pelarut serbuk daun serai.

Menurunnya jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* menunjukkan bahwa air rebusan daun serai dapur memiliki senyawa aktif antibakteri. Hasil analisis fitokimia yang dilakukan pada (11), daun serai dapur yang direbus, larutan infusanya mengandung senyawa aktif antibakteri, yaitu terpenoid, tanin, dan saponin. Aktivitas terpenoid sebagai antibakteri adalah bereaksi dengan porin pada membran luar dinding sel bakteri, mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri sehingga kekurangan nutrisi dan akhirnya mati.(12) Mekanisme tanin sebagai antibakteri adalah mengganggu fungsi enzim dan membran bakteri.(13) Sedangkan saponin memiliki kemampuan semacam dengan detergen, yaitu menurunkan tegangan permukaan dinding sel.(14)



**Gambar 2** Mekanisme Saponin pada Membran Sel (15)

Aktivitas saponin sebagai antimikroba menyebabkan gangguan membran dengan pembentukan pori-pori atau lubang pada membran. Keberadaan lipid pada membran adalah target penting bagi saponin untuk menginduksi pembentukan pori seperti ditunjukkan pada gambar 2.(15) Hal itu mengakibatkan peningkatan permeabilitas dan kebocoran akibat isi sitoplasma pada sel bakteri *Escherichia coli*.

**B. Efektivitas Variasi Konsentrasi dan Waktu Kontak pada Air Rebusan Daun Serai Dapur Terhadap Penurunan Jumlah Koloni Bakteri *Escherichia coli***

Analisis anova bertujuan mengetahui ada tidaknya perbedaan bermakna pada penurunan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* setelah perlakuan dengan air rebusan daun serai dapur menggunakan variasi konsentrasi (10 %, 15 %, 20 %, 25 %) dan waktu kontak (5, 10, 15 menit).

**Tabel 1** Perbedaan Tingkat Penurunan Bakteri *Escherichia coli* dengan Berbagai Variasi Konsentrasi dan Waktu Kontak Air Rebusan Daun Serai

No.	Waktu Kontak	Konsentrasi	<i>P-value</i>
1.	5 Menit	10 %	0,012
		15 %	
		20 %	
		25 %	
2.	10 Menit	10 %	0,004
		15 %	
		20 %	
		25 %	
3.	15 Menit	10 %	0,001
		15 %	
		20 %	
		25 %	

Sumber : Data Primer Terolah Tahun 2022

Dari tabel 1 diketahui *p-value* keempat variasi konsentrasi  $\leq 0,05$  sehingga ada perbedaan jumlah penurunan bakteri *Escherichia coli* dari masing-masing konsentrasi air rebusan daun serai dapur dan variasi waktu kontak. Kemudian dilakukan analisis bonferroni

untuk mengetahui variasi yang memiliki perbedaan bermakna di antara variasi lainnya. Didapatkan bahwa, pada waktu kontak 5 menit konsentrasi 10 % berbeda signifikan dengan konsentrasi 25 %. Artinya, saat aplikasi air rebusan daun serai dapur sebagai zat antibakteri terhadap suatu objek menggunakan waktu kontak 5 menit, hasil penurunan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* yang dihasilkan oleh konsentrasi 10 % akan berbeda bermakna dengan konsentrasi 25 %. Hal yang sama terjadi pada konsentrasi 20 % dan 25 % (waktu kontak 10 menit), dan konsentrasi 10 %, 15 %, 25 % (waktu kontak 15 menit).

Salah satu upaya kesehatan lingkungan adalah penyehatan makanan dan minuman yang berkaitan erat dengan kebersihan peralatan makan. Proses pencucian peralatan makan meliputi tahapan *scraping, flushing-soaking, washing, rinsing, sanitizing, toweling*.(16) Dalam implementasinya, air rebusan daun serai dapur dapat menjadi alternatif pengganti bahan kimia dalam proses *sanitizing* peralatan makan, dengan cara merendam peralatan makan menggunakan air rebusan daun serai dapur dengan konsentrasi dan waktu kontak tertentu. Untuk mendapat hasil yang efisien, gunakan waktu tercepat yaitu 5 menit. Karena pada waktu tersebut sudah terlihat perbedaan bermakna pada konsentrasi 10 % dan 25 %. Sedangkan jika ingin mendapatkan hasil yang paling efektif, masyarakat dapat menggunakan waktu kontak terlama yaitu 15 menit dan konsentrasi tertinggi 25 % karena terjadi penurunan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* paling tinggi (78 %). Pemanfaatan tersebut bisa dipraktikkan oleh pelaku usaha jasa boga, pedagang kaki lima, maupun skala rumah tangga. Hal ini karena zat antibakteri yang dimiliki daun serai dapur telah terbukti mampu menurunkan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli*, dimana bakteri tersebut merupakan indikator adanya pencemaran oleh kotoran manusia yang berbahaya. Disamping itu, proses pengelolaan daun serai dapur menjadi air rebusan cukup mudah dipraktikkan oleh masyarakat dan bernilai ekonomis karena tanaman serai dapur melimpah di Indonesia.

### **C. Pengukuran Suhu dan pH Air Rebusan Daun Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*)**

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran suhu dan pH pada air rebusan daun serai dapur. Hasil pengukuran dapat dilihat dari tabel 2.



**Tabel 2** Hasil Pengukuran Suhu dan pH pada Air Rebusan Daun Serai Dapur  
(*Cymbopogon citratus*)

No.	Konsentrasi Air Rebusan Daun Serai Dapur	Suhu (°c)	pH
1	10 %	29°C	5,8
2	15 %	29°C	5,8
3	20 %	29°C	5,8
4.	25 %	29°C	5,7
6.	Kontrol Akuades	29°C	7

Sumber : Data Primer Terolah Tahun 2022

Suhu dan pH merupakan faktor abiotik lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme.(17) Suatu kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan akan memberikan peningkatan jumlah sel atau populasi secara keseluruhan dan juga sebaliknya apabila kondisi lingkungan menghambat suatu mikroorganisme untuk tumbuh maka dapat menyebabkan penurunan sel atau populasi yang ada.

Berdasarkan hasil penelitian, kontrol akuades yang semula memiliki pH normal yaitu 7 berubah menjadi cenderung asam setelah bercampur dengan serbuk daun serai dapur dan melalui proses perebusan. Sifat air rebusan daun serai dapur yang cenderung asam (5,7-5,8) mempengaruhi adanya penurunan jumlah koloni *Escherichia coli*. Hal ini karena bakteri *Escherichia coli* hidup secara optimum pada pH 7-7,5.

Pengukuran suhu yang dilakukan pada keempat variasi konsentrasi air rebusan daun serai dapur dan akuades menggunakan *thermometer* mendapatkan hasil yang sama rata yaitu 29° C. Suhu tersebut masih tergolong dalam suhu yang bisa ditumbuhi bakteri *Escherichia coli* yaitu masih pada rentang 7°C- 44° C (18) . Sehingga kemungkinan besar faktor suhu tidak mempengaruhi pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada penelitian ini.

## SIMPULAN

Terjadi penurunan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* yang bermakna sesudah perlakuan menggunakan air rebusan daun serai dapur (*Cymbopogon citratus*) dengan variasi konsentrasi 10 %, 15 %, 20 %, 25 % dan variasi waktu kontak 5, 10, 15 menit. Sehingga rebusan daun serai dapat digunakan untuk desinfektan pada alat makan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Jakarta II untuk sarana laboratorium mikrobiologi sebagai tempat penelitian, kepada FKES Universitas MH Thamrin yang telah memberikan cultiloops bakteri *Escherichia coli* sebagai sampel dalam penelitian, kepada perkebunan Ibu Indry Metsers di Leuwiliang, Bogor atas pemberian daun serai dapur sebagai sampel penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Chandra B. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: EGC; 2007.
2. Fahrul I ;Dkk. Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan. Devy Dian Pratama, editor. Vol. 7, Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents. Mamuju, Indonesia: Yayasan Kita Menulis; 2021. 206 p.
3. Rahayu Kosasih B, Samsuhadi, Indri Astuty N. Kualitas Air Tanah Di Kecamatan Tebet Jakarta Selatan Ditinjau Dari Pola Sebaran *Escherichia coli*. J Ilm. 2009;5(1):7.
4. Rasako R. Hubungan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali Dengan Kejadian Diare Di Kelurahan Waihaong Kota Ambon. J Kesehat Masy. 2018;6(2):143–50.
5. Hasan A. Dampak penggunaan klorin. J Tek Lingk P3TL-BPPT [Internet]. 2006;7(1):90–6.
6. Nugroho P. Potensi Antibakteri Daun Dan Bunga Bugenvil (*Bougenvilea glabra*). Sanitas : Jurnal Teknologi dan Seni Kesehatan. 2017;08 (01):35–40.
7. Yola M, Sulistiyo J. The Activity Test Of *Aedes Aegypti* Larvacid From The Combination Of Lemongrass Oil With Pineapple Extract. Sanitas : Jurnal Teknologi dan Seni Kesehatan. 2020;11(2):269–78.
8. Silalahi M. Essential Oil pada *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf Dan Bioaktivitasnya. Titian Ilmu J Ilm Multi Sci. 2020;12(1):7–13.
9. Almeida RBA, Akisue G, Cardoso LML, Junqueira JC, Jorge AOC. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. sobre *Staphylococcus* spp., *Streptococcus mutans* e *Candida* spp. Rev Bras Plantas Med. 2013;15(4):474–82.
10. Ali Masduqi & Abdu F. Assomadi. Operasi dan Proses Pengolahan Air. edisi ke-2. Surabaya: ITS Press; 2012.

11. Hamad A, Nurlaeli E, Pradani DY, Djalil AD, Hartanti D. Application of Lemongrass As Natural Preservatives for Tofu. *J Teknol dan Ind Pangan*. 2019;30(2):100–9.
12. Wulansari ED, Lestari D, Khoirunissa MA. Kandungan Terpenoid Dalam Daun Ara (*Ficus Carica L.*) Sebagai Agen Antibakteri Terhadap Bakteri Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Pharmacon*. 2020;9(2):219.
13. Abu Zarin M, Wan HY, Isha A, Armania N. Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic potential of condensed tannins from *Leucaena leucocephala* hybrid-Rendang. *Food Sci Hum Wellness*. 2016 Jun 1;5(2):65–75.
14. Rijayanti RP. Naskah publikasi uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun mangga bacang. 2014;
15. Netala, Vasudeva. Triterpenoid Saponins : A Review On Biosynthesis , Applications And Mechanism Of Their Action. *Int J Pharm Pharm Sci*. 2015;7(1).
16. Wulandari A. Modul Pembelajaran Sanitasi Hygiene & Keselamatan Kerja. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta; 2014. 270 p.
17. Ani S, Jannah SM El. Mikrobiologi Lingkungan : Serial Buku Ajar Kesehatan Lingkungan. Syarifah Miftahul El Jannah, editor. Jakarta: Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Jakarta II; 2013. 158 p.
18. Rahayu P. W, Komalasari NS. *Escherichia coli*: Patogenitas, Analisis, dan Kajian Risiko. *J Chem Inf Model*. 2018;53(9):5.