

Pemanfaatan Serai (*Cymbopogon citratus*) sebagai Antiseptik Alami dalam Menghambat Resistensi Bakteri *Escherichia coli* yang disebabkan oleh Gen *fimH* di Desa Langenharjo

Alya Sabrina Putri Kalista¹, Aprillia Tasya Kurniady², Arimbi Titis Nurhaliza³, Astuti Dwi Cahyaningrum⁴,
Ridwan Khoirudin⁵, Shyndiayu Regiana⁶, Vector Stephen Dewangga^{7*}, Omry Tri Asmara Adi⁸
¹⁻⁸ Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, Surakarta,
Indonesia

*Corresponding Author: vector.stephen@stikesnas.ac.id

Received : 11 Desember 2024; Revised : 13 Desember 2024; Accepted : 14 Desember 2024

ABSTRAK

Pengabdian masyarakat dalam bentuk Praktik Pembangunan Kesehatan Masyarakat (PPKM) ini bertujuan untuk mensosialisasikan penggunaan bahan alam seperti serai sebagai antiseptik alami yang mudah dibuat dan dapat menghambat resistensi bakteri *Escherichia coli* beserta, pengabdian ini ditujukan untuk ibu-ibu PKK di Desa Langenharjo. Resistensi *Escherichia coli* merupakan masalah yang penting dalam bidang kesehatan, isu mengenai terjadinya penyalahgunaan antibiotik hingga kebalnya bakteri terhadap beberapa antibiotik semakin marak. Dari riset yang telah dilakukan, penggunaan bahan alami seperti serai terbukti dapat menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* yang resisten. Secara umum kandungan serai terdiri karyofilin bersifat antibakteri, antifungi, antiinflamasi, antitumor. Pengabdian ini melibatkan sebanyak 22 responden yang diberikan penyuluhan mulai dari manfaat serai, pembuatan antiseptik berbahan serai, hingga aplikasi penggunaan serai dalam mengatasi infeksi bakteri. Responden diberi *pre-test* dan *post-test* yang akan digunakan sebagai tolak ukur pengetahuan pemahaman sebelum dan sesudah mengikuti penyuluhan. Hasil analisis dengan metode *paired sample t-test* menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pengetahuan dari responden secara signifikan dengan nilai $< 0,05$. Dari pengabdian ini disimpulkan bahwa pengabdian ini berhasil meningkatkan pemahaman responden seputar manfaat serai dalam menghambat resistensi *Escherichia coli*.

Kata Kunci: Antiseptik; Efektivitas; *Escherichia coli*; Resistensi; Serai

ABSTRACT

Community service in the form of Community Health Development Practices aims to socialize the use of natural ingredients such as lemongrass as a natural antiseptic that is easy to make and can inhibit the resistance of *Escherichia coli* bacteria. This service is aimed at PKK women in Langenharjo Village. *Escherichia coli* resistance is an important problem in the health sector, issues regarding the misuse of antibiotics and the resistance of bacteria to some antibiotics are increasingly widespread. From the research that has been carried out, the use of natural ingredients such as lemongrass has been proven to inhibit the growth of resistant *Escherichia coli*. In general, the content of lemongrass consists of karyophyllene which is antibacterial, antifungal, anti-inflammatory and antitumor. This service involved 22 respondents who were given

education on the benefits of lemongrass, making antiseptics from lemongrass, to the application of using lemongrass to treat bacterial infections. Respondents were given a pre-test and post-test which will be used as a measure of knowledge and understanding before and after attending the counseling. The results of analysis using the paired sample t-test method show that there has been a significant increase in the knowledge of respondents with a value of < 0.05 . From this service it was concluded that this service was successful in increasing respondents understanding of the benefits of lemongrass in inhibiting *Escherichia coli* resistance.

Keywords: Antiseptic; Effectiveness; *Escherichia coli*; Lemongrass; Resistance

LATAR BELAKANG

Resistensi antibiotik didefinisikan sebagai kemampuan mikroorganisme untuk menghambat aksi dari agen antimikroba dan fenomena ini terjadi ketika antibiotik kehilangan efisiensinya untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Meningkatnya penggunaan antibiotik di berbagai sektor kesehatan dan pertanian menyebabkan munculnya resistensi antibiotik di seluruh dunia (Thakur *et al.*, 2018). Resistensi ini terjadi pada beberapa jenis mikroorganisme dengan prevalensi tinggi yang mengancam manusia kesehatan. Masalah ini telah menjadi salah satu ancaman kesehatan masyarakat utama, saat ini dan WHO telah memperkirakan bahwa terjadi 10 Juta kematian pada tahun 2050 karena peningkatan resistensi antimikroba (Ayobami *et al.*, 2022).

Resistensi bakteri terhadap antibiotik menyebabkan berkurangnya efektivitas terapi kurangnya sensitivitas antibiotik terhadap suatu bakteri yang membuat bakteri itu semakin kebal yang berdampak peningkatan morbiditas dan mortalitas serta pengeluaran perawatan kesehatan yang berlebihan (Rukmini *et al.*, 2019).

Resistensi antibiotik adalah dinamika proses yang melibatkan pertukaran gen antara patogen manusia dan hewan (Sobierajski *et al.*, 2022). Resistensi antibiotik telah banyak dilaporkan, khususnya bakteri golongan *Enterobacteriaceae* termasuk *Escherichia coli*. Adanya resistensi yang cukup tinggi pada golongan *Enterobacteriaceae* dapat menyebabkan adanya gen transfer antar bakteri. Transfer gen secara horisontal dapat terjadi antara strain bakteri yang berbeda secara taksonomi dan antar kingdom. Sifat resistensi yang ditransfer secara horisontal seperti plasmid, dapat dipindahkan dari bakteri donor *Escherichia coli* ke bakteri resipien *Salmonella spp.*, sehingga menyebabkan bakteri tersebut menjadi resisten terhadap antibiotik tertentu (Palupi *et al.*, 2018).

Escherichia coli seringkali dikaitkan dengan resistensi terhadap *ciprofloxacin* (CIP) dalam penggunaan *fluoroquinolones* dibidang pertanian. Fleksibilitas genetik dan kemampuan beradaptasi *E. coli* pada lingkungan yang berbeda, bakteri ini telah mengembangkan banyak mekanisme untuk melawan aksi antibiotik. Hal ini menyebabkan bakteri memperoleh banyak gen resistensi dan/atau mengembangkan mutan resisten untuk bertahan hidup (Samy *et al.*, 2022). Resistensi antibiotik berhubungan kuat antara penggunaan antibiotik dan

resistensi. Semakin banyak kita menggunakan antibiotik, semakin cepat strain resisten muncul dan menyebar. Jenis antibiotik yang sering digunakan untuk infeksi yang disebabkan oleh *Escherichia coli* adalah antibiotik β -laktam (amoksisilin dan kombinasi yang mengandung amoksisilin/asam klavulanat), sefalosporin (*cefiofur*, *cefquinome*), aminoglikosida (*apramycin*, *neomycin*, *gentamicin*), aminocyclitols (*spectinomycin*) sulfonamide dikombinasikan dengan trimethoprim (seperti *trimetoprim/sulfametoksazol*), fuorokuinolon (*enrofoxacin*, *marbofoxacin* dan *danofloxacin*), kuinolon (*fumequin*) dan polimiksin (*colistin sulfate*) (Nguyet *et al.*, 2022).

Gen *fimH* adalah faktor virulensi utama pada *Escherichia coli* yang mengkode Pili tipe 1, yang merupakan faktor virulensi yang paling umum (sekitar 80%) ditemukan pada *Uropathogenic Escherichia coli*. Gen *fimH* mampu berikatan dengan reseptor glikoprotein manomannose dan trimannose pada sel epitel saluran kemih, dan memungkinkan terjadinya proses kolonisasi bakteri (Kohar *et al.*, 2021).

Fimbriae atau pili merupakan struktur dengan ciri kaku dan berfilamen lurus yang melekat di permukaan bakteri. Pili biasanya ditemukan pada bakteri Gram negatif yang terletak di membran luar. Pili tipe 1, yang ditemukan pada strain *Uropathogenic Escherichia coli* (UPEC), menunjukkan kemampuan berikatan dengan spesifisitas yang bervariasi.

Karena *Escherichia coli* enteropatogenik (EPEC) dan *Escherichia coli* enterohemoragik (EHEC) menempel pada permukaan epitel mukosa dan menyebabkan diare parah, muntah, dan demam dengan tingkat kematian yang tinggi, *fimH* digunakan untuk melindungi molekul protein dari infeksi usus EPEC dan EHEC (Zhang *et al.*, 2020).

Untuk mendeteksi gen *fimH* pada *Escherichia coli* penyebab infeksi saluran kemih, dapat dilakukan dengan menggunakan teknik molekuler yaitu PCR. Kondisi optimal PCR sangat mempengaruhi tingkat keakuratan hasil PCR termasuk dalam mendeteksi gen *fimH*. Optimasi PCR dilakukan untuk mendapatkan kondisi optimal dalam mendeteksi gen *fimH* dari *Escherichia coli* (Zharaswati *et al.*, 2019).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sumampouw pada tahun 2018, yang mengujikan antibiotik lebih dari 300 isolat, Bakteri dengan jumlah terbanyak menyebabkan infeksi yaitu bakteri *Escherichia coli* (32%), Bakteri *Escherichia coli* memiliki resistensi tertinggi pada antibiotik ampisilin sulbaktam (90,27%). *Escherichia coli* ini juga menunjukkan tingkat intermediet terhadap antibiotik seftriakson dan memiliki sensitivitas pada antibiotik amikasin dengan (1%). Isolat bakteri *Escherichia coli* ditemukan di Australia menghasilkan carbapenem-hidrolisis β -laktamase. Tingginya tingkat resistensi terhadap aminoglikosida (Sumampouw, 2018).

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif dari flora usus. *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif yang paling umum di saluran pencernaan manusia dan tidak memiliki virulensi dalam kondisi ini. Namun, ketika ditemukan di luar saluran usus, *Escherichia coli* dapat menyebabkan infeksi saluran kemih (ISK), pneumonia, bakteremia, dan peritonitis (Mueller & Tainter, 2023)

Kemampuan bakteri *Escherichia coli* dalam menyebabkan penyakit (virulensi) karena adanya struktur bakteri seperti pili, kapsul, endotoksin, eksotoksin (enterotoksin) yang menyebabkan diare berair dan berdarah serta sindrom hemolitik-uremik pada pasien (Simanjuntak et al., 2022).

Tanaman serai termasuk golongan rumput-rumputan dengan nama latin *Andropogon nardus* atau *Cymbopogon nardus*. Salah satu kandungan utama dari serai adalah minyak atsiri. Minyak atsiri yang terkandung di dalam serai sebanyak 0,7%. Minyak atsiri dari serai memiliki kemampuan untuk mengontrol pertumbuhan bakteri dan jamur serta memiliki aktivitas antioksidan. Oleh karena itu, minyak atsiri yang terdapat pada serai dapat digunakan dalam makanan dan industri kesehatan. Tanaman serai jenis Mahapengiri mempunyai ciri-ciri daunnya lebih lebar dan pendek, disamping itu menghasilkan minyak dengan kadar sitronellal 30-45% dan geraniol 65-90%. Jenis lenabatu menghasilkan minyak dengan kadar sitronellal 7-15% dan geraniol 55-65%. Secara umum kandungan serai terdiri kariofilen bersifat antibakteri, antifungi, antiinflamasi, antitumor, dan dapat digunakan sebagai obat bius. Sitral bersifat antihistamin dan antiseptik. Sitronellal bersifat antiseptik dan antimikrobia (Oladeji et al., 2019). Tanaman serai sering dimanfaatkan sebagai bahan makanan seperti bahan sup,

salad dan bahan minuman, manfaat lain juga yaitu sebagai anti inflamasi, antiseptik, antiemetik, antirematik, analgesik, anti-spasmodik, dan antipiretik (Giroth *et al.*, 2021)

Pada masa pandemi Covid-19 penggunaan agen antibakteri dalam sabun pencuci tangan maupun hand sanitizer marak dilakukan. Serai dapat menjadi salah satu alternatif pilihan agen antibakteri alami karena mudah didapatkan dan harganya yang terjangkau. Penelitian yang dilakukan oleh (Manus, 2016) menunjukkan bahwa penggunaan serai sebagai antiseptik terbukti signifikan dalam membunuh koloni bakteri. Hal ini disebabkan oleh kandungan serai yaitu α - *citral* (geranial), β -*citral* (neral) dan *myrcene* (Oladeji *et al.*, 2019). Beberapa pengujian antibakteri telah dilakukan menggunakan minyak serai terhadap berbagai bakteri. Beberapa diantaranya menunjukkan bahwa serai memiliki kemampuan antibakteri yang lebih baik terhadap bakteri gram positif (Subramaniam *et al.*, 2020; Budiati *et al.*, 2018). Pada penelitian ini dilakukan evaluasi pengaruh suhu pemekatan terhadap aktivitas antibakteri dan toksisitas minyak serai. Di samping itu juga dilakukan analisis kandungan senyawa kimia dalam minyak serai.

Pengenalan dan penggunaan serai sebagai antiseptik alami dapat menjadi bagian dari upaya intervensi kesehatan yang sederhana namun efektif. Antiseptik merupakan suatu zat kimia yang bekerja untuk membunuh suatu mikroorganisme ataupun menghambat kerjanya, sehingga dapat mencegah terjadinya suatu infeksi. Antiseptik dapat dibedakan dengan disinfektan dari tempat kerjanya, di mana antiseptik digunakan pada sesuatu yang hidup dan disinfektan digunakan untuk benda yang mati. Antiseptik juga dapat dibedakan dengan antibiotik, di mana kerja dari antibiotik adalah spesifik dengan mikroorganisme tertentu, dan antiseptic kerjanya lebih umum (Kusuma *et al.*, 2019). Sedangkan serai memiliki kandungan kimia yang terdiri dari alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, phenol, steroid dan minyak atsiri. Umumnya senyawa alkaloid terdiri dari karbon, oksigen, hidrogen, dan nitrogen, banyak dari berbagai senyawa alkaloid digunakan untuk tujuan medis. Senyawa saponin dapat digunakan sebagai antiseptik (Yuliningtyas *et al.*, 2019).

Penggunaan bahan alami ini memiliki potensi besar untuk mendukung peningkatan kesehatan masyarakat. Desa Langenharjo memiliki komunitas terorganisir memberikan peluang besar bagi pelaksanaan program-program kesehatan secara efisien. Struktur sosial yang ada mempermudah penyuluhan serta edukasi mengenai pentingnya kebersihan dan penggunaan antiseptik alami seperti serai. Tidak hanya itu, aksesibilitas desa yang baik turut mendukung kelancaran pelaksanaan intervensi kesehatan secara langsung, sehingga diharapkan upaya menurunkan prevalensi diare dapat terlaksana dengan optimal dan berkelanjutan.

METODE

Metode program pengabdian masyarakat dalam bentuk Praktik Pembangunan Kesehatan Masyarakat (PPKM) ini dilaksanakan dengan cara penyuluhan dan melakukan pre-test dan post test untuk evaluasi kegiatan. Kegiatan penyuluhan ini tentang pemanfaatan serai (*Cymbopogon citratus*) sebagai antiseptik alami yang dapat digunakan untuk menunjang perilaku hidup bersih dan sehat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program pengabdian masyarakat dalam bentuk Praktik Pembangunan Kesehatan Masyarakat (PPKM) yang dilaksanakan pada Sabtu, 9 November 2024 dengan topik yang diambil yaitu "Pemanfaatan Serai (*Cymbopogon Citratus*) Sebagai Antiseptik Alami Dalam Menghambat Resistensi Bakteri Yang Disebabkan Oleh *Escherichia coli* Yang Disebabkan Oleh Gen fimH Di Desa Langenharjo" ini diikuti oleh ibu-ibu PKK setempat dimana tempat pelaksanaannya berada di Pendopo Kelurahan Langenharjo, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo.

Kegiatan ini dilakukan dengan menyerahkan sejumlah 25 paket antiseptik alami yang berbahan dasar serai (*Cymbopogon citratus*) kepada Ibu-ibu PKK yang telah hadir pada kegiatan PPKM. Kegiatan inti dari pelaksanaan PPKM adalah pemaparan materi yang diberikan oleh dosen pembimbing dan panitia dengan pemaparan video cara pembuatan antiseptik. Selain itu, untuk evaluasi

hasil pelaksanaan kegiatan ini panitia juga memberikan soal *pre-test* dan *post-test*.

Pada hari Sabtu, 9 November 2024 kelompok 7 Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis melaksanakan kegiatan Praktik Pembangunan Kesehatan Masyarakat (PPKM) di Pendopo Kelurahan Langenharjo, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo. Sasaran kegiatan ini adalah Ibu-ibu PKK dengan jumlah peserta 35 orang. Kegiatan ini kami lakukan dengan menyerahkan sejumlah 35 antiseptik serai, yang telah dibuat sebelumnya.

Penyuluhan ini mengambil tema antiseptik alami yang berbahan dasar serai (*Cymbopogon citratus*) dengan memperkenalkan produk bahan alami sebagai antiseptik pengganti bahan kimia pada umumnya. Sebelum memasuki kegiatan ini peserta diberikan *pre-test* oleh panitia untuk mengetahui pengetahuan Ibu-ibu PKK tentang manfaat kandungan serai (*Cymbopogon citratus*).



Gambar 1 Kegiatan pengerjaan *pre-test*

Setelah mengerjakan *pre-test* pemaparan kedua materi dengan judul “Pemanfaatan Minyak Atsiri Serai (*Cymbopogon citratus*) Dalam Upaya Menekan Resistensi Bakteri Ditilik dari Kajian Pemeriksaan Molekuler di Desa Langenharjo Sukoharjo” dan “Pemanfaatan Serai (*Cymbopogon citratus*) Sebagai Antiseptik Alami Dalam Menghambat Resistensi Bakteri *Escherichia coli* yang Disebabkan Oleh Gen *fimH* di Desa Langenharjo” peserta diberikan kembali *post-test* untuk mengetahui apakah ada peningkatan pengetahuan sebelum dan setelah pemaparan materi.



Gambar 2 Kegiatan pengerjaan *post-test*

Dalam penyuluhan ini, panitia juga memberikan video cara pembuatan antiseptik alami berbahan dasar serai (*Cymbopogon citratus*). Adapun cara pembuatannya sebagai berikut:

Alat:

- Botol Spray
- Pipet tetes
- APD

Bahan:

- Alkohol 70%
- Ekstrak serai (*Cymbopogon citratus*)

Cara kerja:

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan
2. Tuang 40 ml alkohol 70% ke dalam botol spray
3. Tambahkan 2 tetes ekstrak serai ke dalam botol spray
4. Tutup botol dan kocok dengan perlahan
5. Antiseptik siap digunakan

Peningkatan pengetahuan peserta setelah mengikuti kegiatan penyuluhan dapat dilihat dari hasil evaluasi kegiatan berupa nilai *pre-test* dan *post-test*. Hasil *pre-test* dan *post-test* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Pre-Test dan Post-Test

No Peserta	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1.	30	30
2.	60	40
3.	40	50
4.	30	60
5.	50	60
6.	20	60
7.	70	60
8.	80	60
9.	50	60
10.	50	70
11.	60	70
12.	60	70
13.	60	70
14.	70	70
15.	50	70
16.	40	70
17.	60	70
18.	50	80
19.	40	80
20.	60	80
21.	70	80
22.	80	80

Paired Samples Test

Pair 1	Pretest - Posttest	Paired Differences					t	df	Significance	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
		-11.81818	16.51446	3.52089	-19.14028	-4.49608	-3.357	21	.001	.003

Berdasarkan tabel diatas tentang uji t (*paired sample t test*), menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil *Pretest* dan *Posttest*. Berdasarkan tabel menunjukkan bahwa signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya hipotesis menyatakan bahwa ada perbedaan hasil antara *Pretest* dan *Posttest*.

Diakhir kegiatan kami mengadakan serah terima vandell sebagai wujud terima kasih dan kenang-kenangan kepada pihak yang bersangkutan yang telah membantu dan berpartisipasi atas pelaksanaan kegiatan PPKM kami.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pengabdian masyarakat dalam bentuk Praktik Pembangunan Kesehatan Masyarakat (PPKM) telah dilaksanakan dan berjalan dengan baik dan lancar. Sehingga kegiatan PPKM ini dapat disimpulkan berhasil karena tingkat pengetahuan Ibu-ibu PKK di desa Langenharjo tentang manfaat kandungan dalam Serai (*Cymbopogon citratus*) sebagai bahan dasar antiseptik alami, meningkat yang dilihat dari hasil *pre-test* dan *post-test* dalam kegiatan. Keberhasilan ini juga didukung oleh kerjasama yang sangat baik dari pihak Kelurahan Langenharjo, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo.

Saran

Terus meningkatkan dukungan dan kerjasama lintas sektoral dalam pelaksanaan program pengabdian masyarakat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada STIKES Nasional yang telah memberikan dukungan materi dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Lurah Langenharjo, Ibu Kader PKK Desa Langenharjo, serta seluruh subjek yang terlibat dalam kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayobami, O., Brinkwirth, S., Eckmanns, T., & Markwart, R. (2022). Antibiotic resistance in hospital-acquired ESKAPE-E infections in low-and lower-middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Emerging Microbes & Infections*, 11(1), 443–451.
- Budiati, T., Suryaningsih, W., Umaroh, S., Poerwanto, B., Bakri, A., & Kurniawati, E. (2018). Antimicrobial activity of essential oil from Indonesian medicinal plants against food-borne pathogens. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 207, 12036.

- Giroth, S. J., Bernadus, J. B. B., & Sorisi, A. M. H. (2021). Uji Efikasi Ekstrak Tanaman Serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap Tingkat Mortalitas Larva Nyamuk Aedes sp. *E-Biomedik*, 9(1).
- Kohar, K., Krisandi, G., & Prayogo, S. A. (2021). Analisis Potensi Nanopartikel Seng Oksida Sebagai Terapi Alternatif Terhadap *Uropathogenic Escherichia coli* Penyebab Infeksi Saluran Kemih. *JIMKI: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Indonesia*, 9(1), 38–47.
- Kusuma, Y., Pinatih, K. J. P., & Hendrayana, M. A. (2019). Efek sinergis kombinasi *chlorhexidine* dan alkohol terhadap daya hambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *E-Jurnal Medika*, 8(3), 139–146.
- Manus, N. (2016). Formulasi sediaan gel minyak atsiri daun serai (*Cymbopogon citratus*) sebagai antiseptik tangan. *Pharmakon*, 5(3).
- Mueller, M., & Tainter, C. R. (2023). *Escherichia coli* infection. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Nguyet, L. T. Y., Keeratikunakorn, K., Kaeoket, K., & Ngamwongsatit, N. (2022). Antibiotic resistant *Escherichia coli* from diarrheic piglets from pig farms in Thailand that harbor colistin-resistant mcr genes. *Scientific Reports*, 12(1), 9083.
- Oladeji, O. S., Adelowo, F. E., Ayodele, D. T., & Odelade, K. A. (2019). Phytochemistry and pharmacological activities of *Cymbopogon citratus*: A review. *Scientific African*, 6, e00137.
- Palupi, M. F., Maheshwari, H., Darusman, H. S., Sudarnika, E., & Wibawan, I. W. T. (2018). Resistansi *Escherichia coli* terhadap Kolistin dan Deteksi Gen Mobilized Colistin Resistance-1 pada Ayam Pedaging Akibat Pemberian Kolistin Sulfat. *Jurnal Veteriner Juni*, 19(2), 196–207.
- Rukmini, R., Siahaan, S., & Sari, I. D. (2019). Analisis Implementasi Kebijakan Program Pengendalian Resistensi Antimikroba (PPRA)(Studi Kasus di RSUP Dr. Wahidin Sudirohisudo, Makassar). *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 22(2), 106–116.
- Samy, A. A., Mansour, A. S., Khalaf, D. D., & Khairy, E. A. (2022). Development of multidrug-resistant *Escherichia coli* in some Egyptian veterinary farms. *Veterinary World*, 15(2), 488.

- Simanjuntak, H. A., Simanjuntak, H., Maimunah, S., Rahmiati, R., & Situmorang, T. S. (2022). Diameter Zona Hambat Antibiotik *Amoxicillin* dan *Tetracycline* terhadap *Escherichia coli*. *Herbal Medicine Journal*, 5(2), 55–59.
- Sobierajski, T., Mazińska, B., Chajęcka-Wierzchowska, W., Śmiałek, M., & Hryniewicz, W. (2022). Antimicrobial and antibiotic resistance from the perspective of Polish veterinary students: an inter-university study. *Antibiotics*, 11(1), 115.
- Subramaniam, G., Yew, X. Y., & Sivasamugham, L. A. (2020). Antibacterial activity of *Cymbopogon citratus* against clinically important bacteria. *South African Journal of Chemical Engineering*, 34, 26–30.
- Sumampouw, O. J. (2018). Uji sensitivitas antibiotik terhadap bakteri *Escherichia coli* penyebab diare balita di kota manado. *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*, 2(1), 104–110.
- Thakur, N., Changotra, H., Shrivastava, R., Grover, N., & Vashistt, J. (2017). *Estimation of Vibrio species incidences and antibiotic resistance in diarrhea patients*.
- Yuliningtyas, A. W., Santoso, H., & Syauqi, A. (2019). Uji kandungan senyawa aktif minuman jahe sereh (*Zingiber officinale* dan *Cymbopogon citratus*). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 4(2), 1–6.
- Zhang, W., Xu, L., Park, H.-B., Hwang, J., Kwak, M., Lee, P. C. W., Liang, G., Zhang, X., Xu, J., & Jin, J.-O. (2020). *Escherichia coli* adhesion portion *fimH* functions as an adjuvant for cancer immunotherapy. *Nature Communications*, 11(1), 1187. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15030-4>
- Zharaswati, P., Budayanti, N. N. S., & Fatmawati, N. N. D. (2019). Kondisi optimal PCR untuk mendeteksi gen *fimH* isolat klinis *Escherichia coli* penyebab infeksi saluran kemih. *Intisari Sains Medis*, 10(2).