

Uji Aktivitas Antibakteri Sabun Padat *Natural* Lavender dan *Tea Tree* terhadap Bakteri Patogen Manusia *Escherichia coli* Penyakit Diare

Rahmalia Ayunin¹, Siti Mudaliana², Ratna Juwita^{1*}

¹Program Studi Bioteknologi, Universitas Negeri Malang
e-mail: ratna.juwita.fmipa@um.ac.id

²UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu

Abstrak

Infeksi yang disebabkan oleh bakteri patogen masih menjadi tantangan bagi manusia hingga saat ini, terutama diare. Diare merupakan infeksi yang disebabkan oleh bakteri patogen gram negatif yaitu Escherichia coli. Adapun upaya pencegahan yang dapat dilakukan agar terhindar dari diare adalah mencuci tangan dengan sabun. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas antibakteri sabun padat natural lavender dan tea tree produksi UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu terhadap bakteri patogen manusia yaitu E. coli. Jenis penelitian yang dilakukan termasuk ke dalam penelitian eksperimen dengan tiga kali pengulangan (triplo). Metode Kirby Bauer atau disk diffusion diimplementasikan pada penelitian ini menggunakan paper disk atau kertas cakram berukuran 5 mm sehingga aktivitas antibakterinya dapat diketahui melalui diameter zona bening yang dihasilkan dan diukur dengan jangka sorong. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa sabun padat natural lavender dan tea tree dengan konsentrasi 5% dapat menghambat proliferasi E. coli dengan rata-rata diameter zona bening sebesar 9 mm dan 11 mm secara berturut-turut.

Kata kunci— antibakteri, diare, *Escherichia coli*, sabun padat natural

1. PENDAHULUAN

Hingga saat ini, manusia masih harus dihadapkan dengan penyebaran penyakit atau infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme khususnya bakteri patogen [1]. Salah satu infeksi yang paling umum terjadi adalah diare [2][3]. Diare disebabkan oleh mikroba patogen salah satunya *Escherichia coli* (*E. coli*) yang dapat menyebar melalui air, makanan, bahkan objek tercemar tinja. Sanitasi dan kebersihan yang buruk dapat memperparah penyebaran diare [4]. Berdasarkan laporan WHO, sebanyak ±200.000 penduduk di seluruh dunia meninggal dunia setiap tahunnya akibat infeksi diare yang

disebabkan oleh bakteri *E. coli* [2]. Data lain juga menunjukkan bahwa diare masih menjadi penyebab terjadinya morbiditas dan mortalitas pada anak di negara berkembang Asia Tenggara termasuk Indonesia [5]-[6]. Menurut hasil Survei Status Gizi Indonesia tahun 2020, prevalensi penyakit diare berada pada angka 9,8% yang didominasi oleh anak-anak dan balita [7]. Hal tersebut juga didukung oleh UNICEF yang menyatakan bahwa diare merupakan infeksi yang paling mematikan dan mengancam nyawa anak-anak balita di seluruh dunia meskipun tersedia solusi pengobatan [8]. Pada tahun 2019, lebih

Tanggal terbit: 30 Desember 2023

dari 1.300 balita meninggal setiap harinya yang setara dengan 484.000 anak per tahun [8][9].

Secara umum, keparahan suatu infeksi diare juga ditentukan dari strain *Escherichia coli* patogen enterik yang menyerang penderita [10]. Mayoritas penyebab diare yang terjadi di negara berkembang disebabkan oleh strain *Escherichia coli* enterotoksigenik (ETEC) penghasil racun atau toksin sehingga merancang lapisan usus mengeluarkan cairan berlebih [11]-[12]. Berdasarkan data, infeksi diare oleh ETEC bertanggung jawab atas 100 juta kasus diare dengan 60 ribu kematian anak-anak balita pada tahun 2015 berskala global [13][14]. Sejauh ini, upaya pencegahan penyakit infeksi diare oleh bakteri patogen *E. coli* adalah mengolah makanan serta minuman melalui proses pemanasan, vaksinasi, dan mencuci tangan secara berkala [12].

Mencuci tangan sesuai dengan prosedur merupakan upaya preventif yang mampu mengurangi risiko terjangkit infeksi diare [9][15]. Menurut Centers for Disease Control and Prevention (CDC), mencuci tangan dapat mencegah 30% risiko terinfeksi diare [16]. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa mencuci tangan sesuai prosedur mampu mengurangi angka penderita diare hingga 40% [17]-[18]. Selain itu, mencuci tangan juga dapat menjaga 1 dari 3 anak di seluruh dunia dari infeksi diare [17][19]. Namun, efektivitas mencuci tangan dapat berkurang akibat beberapa faktor yang meliputi frekuensi, tata cara, termasuk penggunaan sabun [20].

Umumnya, sabun padat lebih digemari oleh masyarakat apabila dibandingkan dengan sabun cair. Hal ini dapat terjadi karena sabun padat cenderung memiliki harga yang lebih murah, rasa atau wangi lebih variatif, dan tahan lama (*sustainable*) sehingga berdampak baik bagi lingkungan [21][22]. Berbagai variasi sabun padat dapat dijumpai dengan mudah di pasaran termasuk lavender dan tea tree. Sabun padat lavender baik digunakan untuk kulit sensitif karena bersifat menenangkan kulit [23]. Selain itu, sabun padat tea tree yang dikombinasikan

dengan bahan aktif berupa asam salisilat juga dikenal mampu melawan mikroba penyebab jerawat [24]. Namun, belum ada penelitian yang melakukan uji antibakteri kedua varian sabun padat tersebut terhadap bakteri patogen manusia *Escherichia coli*. Dalam mewujudkan pencegahan penyakit diare, dibutuhkan sabun padat dengan aktivitas antibakteri yang termasuk ke dalam kategori kuat. Oleh karena itu, penelitian mengenai aktivitas antibakteri sabun padat natural lavender dan tea tree yang diperoleh dari UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu terhadap bakteri patogen *Escherichia coli* penting untuk dilakukan.

2. METODE

Alat penelitian

Alat yang diperlukan untuk melakukan penelitian meliputi cawan petri, cotton swab, cakram atau paper disk, *microtube*, *microtip*, *micropipet*, gelas ukur 1000 mL, gelas beaker, timbangan analitik, *hot plate stirrer*, *magnetic stirrer*, aluminium foil, *autoclave indicator tape*, sendok, labu erlenmeyer, *autoclave*, lampu bunsen dan LAF (Laminar Air Flow).

Bahan penelitian

Bahan yang diperlukan untuk melakukan penelitian meliputi serbuk media NA atau nutrient agar Merck KGaA, aquades steril, sabun padat lavender, sabun padat tea tree (Herbal Mart Materia Medica), oksitetrasiklin 200 mg/mL, dan isolat murni *Escherichia coli* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Materia Medica Batu, Malang.

Preparasi Sabun Padat Lavender dan Tea Tree (konsentrasi 5%) (w/v)

Sabun padat diiris tipis-tipis sebanyak 2,5 gram lalu dilarutkan dengan aquades sebanyak 50 mL hingga homogen kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer atau gelas beaker. Tahap terakhir, beri label dan tutup menggunakan aluminium foil.

Preparasi Media dan Sterilisasi Alat

Serbuk media NA ditimbang menggunakan timbangan analitik sebanyak 3,2 gram lalu dilarutkan ke dalam 200 mL akuades. Selanjutnya, media NA diletakkan di atas *hot plate stirrer* dan dimasukkan *magnetic stirrer* lalu diatur pada suhu 310°C dengan kecepatan 6 hingga mendidih dan homogen (larut dan bening). Kemudian, media NA dituang dan dimasukkan ke dalam delapan cawan petri masing masing berukuran 25 mL dan ditunggu hingga mengeras. Langkah terakhir, media NA dimasukkan ke dalam autoklaf pada suhu 121°C bersama dengan pinset, microtube, kertas cakram, dan akuades untuk dilakukan sterilisasi.

Peremajaan Bakteri *Escherichia coli*

Proses peremajaan dilakukan di dalam LAF steril dengan menyalakan api bunsen. LAF disterilisasi terlebih dahulu dengan menyalakan UV selama 20 menit yang dilanjutkan dengan pengaktifan blower. Langkah berikutnya, dua cawan petri berisi media NA diberi label nama bakteri dan tanggal. Selanjutnya, isolat murni *Escherichia coli* diambil dari freezer kemudian dipindahkan ke dalam cawan petri berisi media NA sebanyak masing-masing 500 μ L menggunakan mikropipet. Kemudian, dilakukan striking untuk menyebarkan isolat bakteri *E. coli* menggunakan cotton swab steril. Cawan petri berisi media NA dan *Escherichia coli* dimasukkan ke dalam inkubator untuk diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.

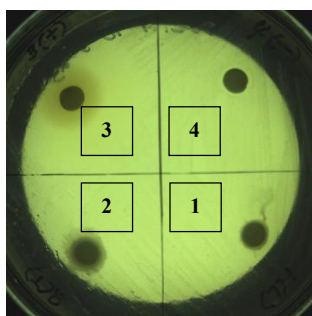
Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram atau Kirby Bauer.

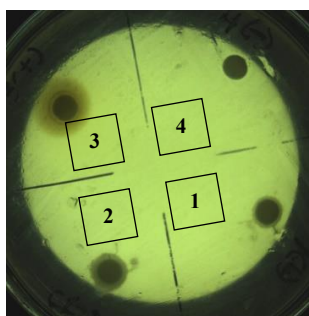
Langkah pertama adalah memberi label dan membagi menjadi 4 bagian pada cawan petri berisi media NA. Berikutnya, kultur bakteri yang telah diremajakan distriking ke seluruh permukaan media NA menggunakan cotton swab steril. Selanjutnya, sampel sabun padat, kontrol positif berupa oksitetrasiklin, dan akuades dipindahkan dalam *microtube*. Kemudian, cakram atau paper disk direndam ke dalam masing-masing microtube selama satu menit. Lalu, masing-masing cakram tersebut diletakkan di permukaan media sesuai dengan bagiannya. Langkah terakhir adalah menginkubasi media selama 1x24 jam pada suhu 37°C. Adapun parameter yang diamati adalah diameter zona bening bakteri *Escherichia coli*. Jangka sorong atau penggaris digunakan untuk mengukur diameter zona hambat yang ditimbulkan oleh bakteri.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

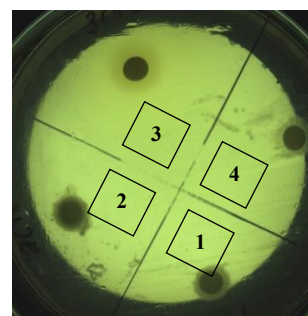
Penelitian mengenai aktivitas antibakteri sabun padat lavender dan tea tree terhadap pertumbuhan bakteri patogen manusia *Escherichia coli* menghasilkan zona bening yang diukur menggunakan jangka sorong. Adapun penelitian ini dilakukan tiga kali pengulangan atau triplo untuk menghasilkan data yang valid. Berdasarkan visualisasi menggunakan alat scanner Interscience, diperoleh hasil zona bening dari masing-masing sampel yang dapat ditinjau pada Gambar 1. Sampel 1-4 merupakan interpretasi dari sabun padat lavender, sabun padat tea tree, kontrol positif (oksitetrasiklin), dan kontrol negatif (akuades) secara berturut-turut.



(1)



(2)



(3)

Tanggal terbit: 30 Desember 2023

Gambar 1. Hasil uji aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dengan tiga kali pengulangan (triplo).

Berdasarkan Tabel 1, sabun padat lavender menghasilkan zona hambat berturut-turut sebesar 10,75 mm; 8,75 mm; dan 9,44 mm dengan rata-rata 9,65 mm. Sementara itu, sabun padat tea tree menghasilkan diameter zona bening yang konstan pada angka 11 mm. Oksitetrasiklin sebagai kontrol positif menghasilkan diameter

zona hambat yang paling besar diantara sampel lainnya yaitu sebesar 36,39 mm; 35,27 mm; 36,8 mm secara berturut-turut dengan nilai rerata mencapai 36,15 mm. Akuades sebagai kontrol negatif menghasilkan diameter zona hambat paling kecil yaitu konstan pada angka 6 mm.

Tabel 1. Hasil diameter zona hambat sabun padat lavender dan tea tree terhadap bakteri *Escherichia coli*.

Sampel	Diameter Zona Hambat (mm)			Rata-rata
	1	2	3	
1	10.75	8.75	9.44	9.646667
2	11.48	11.62	11.41	11.50333
3	36.39	35.27	36.8	36.15333
4	6.16	6.31	6.83	6.433333

NB: 1 = Sabun padat lavender, 2 = Sabun padat tea tree, 3 = Oksitetrasiklin (+), dan 4 = Akuades (-).

Menurut Greenwood (2007) penentuan kategori aktivitas antimikroba suatu sampel terhadap bakteri uji dapat diklasifikasikan menjadi kuat, sedang, lemah, dan tidak efektif [25]. Adapun klasifikasi respon hambatan pertumbuhan suatu senyawa dapat ditinjau pada Tabel 2. Berdasarkan klasifikasi tersebut, dapat diketahui bahwa sampel sabun padat lavender dan akuades termasuk ke dalam kategori tidak

efektif. Sementara itu, sabun padat tea tree memperoleh kategori lemah dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Baik sabun padat lavender maupun tea tree belum mampu mendekati atau bahkan melampaui kekuatan oksitetrasiklin yang termasuk ke dalam kategori kuat.

Tabel 2. Klasifikasi respon hambatan sampel terhadap pertumbuhan bakteri menurut Greenwood (2007).

Rata-rata Diameter Zona Hambat	Respon Hambatan Pertumbuhan Bakteri
>20 mm	Kuat
16-20 mm	Sedang
10-15 mm	Lemah
<10 mm	Tidak Efektif

Signifikansi atau besaran diameter zona bening yang dihasilkan oleh kedua sampel sabun terhadap bakteri patogen *Escherichia coli*, disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah *Escherichia coli* termasuk ke dalam

kelompok bakteri gram negatif yang memiliki kompleksitas dinding sel lebih tinggi daripada bakteri gram positif [26]. Adapun kompleksitas bakteri gram negatif dipengaruhi oleh adanya membran fosfolipid luar, komponen

Tanggal terbit: 30 Desember 2023

lipopolisakarida, dan ruang periplasma sehingga sukar ditembus oleh senyawa uji [27][28]. Penelitian Ayu *et al* (2018) menunjukkan bahwa zona hambat yang dihasilkan sabun padat transparan minyak atsiri rimpang jeringan (0,2 mL dalam 100 mL formula sabun) terhadap *E. coli* (gram negatif) lebih kecil yaitu 11,67 mm daripada *S. aureus* (gram positif) sebesar 15,46 mm [29]. Selain itu, aktivitas suatu senyawa uji dipengaruhi oleh tingkat suatu zat yang diberikan. Menurut Brooks (di dalam Kristy *et al.*, 2021), dinyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi sabun yang diuji semakin tinggi pula kandungan bahan aktif pada sabun maka kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri juga semakin besar [30]. Hal ini dibuktikan dengan penelitian Kristy *et al* (2021)

yang menguji aktivitas sabun antiseptik terhadap bakteri *Escherichia coli*. Hasilnya, sabun dengan konsentrasi tertinggi (40%) menghasilkan diameter zona hambat terbesar yakni 26 mm sedangkan zona bening terkecil dihasilkan oleh sabun dengan konsentrasi 10% [30] (Tabel 3). Penelitian yang dilakukan oleh Fitri (2010) juga mendukung teori tersebut yakni empat sampel sabun dengan konsentrasi 50% mampu menghasilkan diameter zona hambat sebesar 15,6 mm; 11,5 mm; 9,83 mm; dan 25,16 mm secara berturut-turut [31]. Sementara itu, penelitian ini menggunakan konsentrasi sabun padat lavender dan tea tree yang diuji masing-masing adalah 5% sehingga kandungan bahan aktif maupun kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri tergolong lemah bahkan tidak efektif.



Gambar 2. Sabun padat natural lavender (kiri) dan tea tree (kanan) yang diproduksi oleh UPT Laboratorium Herbal Materia Medica.

Faktanya, sabun padat lavender dan tea tree produksi UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu tidak diformulasikan sebagai sabun antiseptik atau sabun antibakteri sehingga kandungan bahan aktif di dalamnya terakumulasi dengan jumlah yang sedikit (Gambar 2). Umumnya, sabun yang diformulasikan sebagai antiseptik mengandung senyawa triclosan, triclocarbon, maupun chloroxylenol [31]. Hal ini menyebabkan aktivitas antibakteri yang dihasilkan terhadap bakteri *E. coli* tergolong lemah bahkan tidak efektif. Bahkan, bahan aktif yang bertanggung jawab sebagai agen antimikroba hanya berasal dari penambahan senyawa essential oil lavender dan *tea tree*.

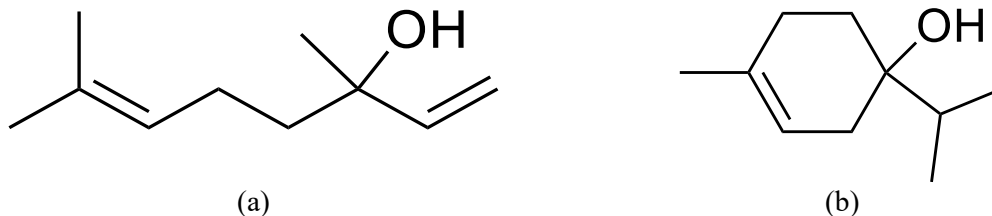
Linalool merupakan senyawa yang paling banyak terkandung essential oil lavender (Gambar 3) [32]. Senyawa linalool memiliki aktivitas antibakteri karena mampu menghambat

pertumbuhan bakteri *P. fluorescens* melalui penghambatan proses produksi ATP sehingga metabolisme bakteri bersifat abnormal [33]. Sementara itu, 30% senyawa yang terkandung di dalam essential oil *tea tree* adalah terpinen-4-ol (Gambar 9). Terpinen-4-ol memiliki aktivitas antibakteri yang bersifat bakterisidal ketika diuji terhadap bakteri *S. aureus* [34]. Senyawa terpinen-4-ol mampu mengganggu integritas struktur dan fungsi membran sel bakteri. Adanya hidrokarbon dalam senyawa terpinen-4-ol dapat memasuki sel dan membran sitoplasma sehingga mengakibatkan kebocoran ion kalium yang memicu penghambatan respirasi. Pada akhirnya, senyawa terpinen-4-ol akan menyebabkan lisis sel karena dinding sel yang melemah dan memicu kematian bakteri [35][36]. Berdasarkan penelitian ini, sabun padat *tea tree* menghasilkan zona hambat lebih besar (11 mm) daripada

Tanggal terbit: 30 Desember 2023

lavender (9 mm) ketika diujikan terhadap bakteri *Escherichia coli*. Meskipun demikian, sabun padat *tea tree* belum mampu melampaui oksitetrasiklin sebagai kontrol positif yang memiliki aktivitas antimikroba tergolong kuat. Namun, sabun padat *tea tree* dapat menjadi

alternatif sabun untuk mencuci tangan agar terhindar dari infeksi diare. Efektivitas kebersihan tangan dengan sabun akan semakin baik bergantung pada frekuensi, tata cara, dan waktu mencuci tangan [20].



Gambar 3. Struktur kimia senyawa (a) linalool dan (b) terpinene-4-ol.

4. KESIMPULAN

Sabun padat *natural tea tree* produksi produksi UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu menghasilkan aktivitas antibakteri yang lebih baik daripada lavender ketika diujikan terhadap bakteri patogen manusia *Escherichia coli*. Namun, sabun padat *tea tree* memiliki aktivitas antibakteri yang tergolong lemah. Bahkan aktivitas sabun padat lavender termasuk ke dalam kategori tidak efektif. Hal ini disebabkan karena formulasi sabun padat lavender dan *tea tree* produksi UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu tidak diformulasikan sebagai sabun antiseptik sehingga bahan aktif yang diandalkan hanya berasal dari penambahan essential oil. Adapun penambahan essential oil pada sabun padat lavender maupun *tea tree* mempertimbangkan harga dan estetika sabun yang telah disesuaikan. Selain itu, *Escherichia coli* merupakan kelompok bakteri gram negatif yang memiliki kompleksitas dinding sel sehingga senyawa uji sukar untuk menembus sel bakteri. Meskipun demikian, sabun padat *natural tea tree* mampu menjadi pilihan alternatif untuk menjaga kebersihan tangan dan mencegah infeksi diare. Efektivitas dalam menjaga kebersihan tangan dengan sabun tergantung pada frekuensi, tata cara, dan lama waktu mencuci tangan dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ungkapan terima kasih penulis ditujukan kepada UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu yang telah menyediakan sarana dan prasana sehingga penelitian ini dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. C. Reygaert, "An overview of the antimicrobial resistance mechanisms of bacteria," *AIMS Microbiol.*, vol. 4, no. 3, pp. 482–501, 2018, doi: 10.3934/microbiol.2018.3.482.
- [2] CDC, "Escherichia coli, Diarrheagenic," 2019. [https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2020/travel-related-infectious-diseases/escherichia-coli-diarrheagenic#:~:text=The WHO Global Burden of,coli globally each year.\(accessed May 05, 2023\).](https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2020/travel-related-infectious-diseases/escherichia-coli-diarrheagenic#:~:text=The WHO Global Burden of,coli globally each year.(accessed May 05, 2023).)
- [3] A. L. S. Jap and A. D. Widodo, "Diare Akut pada Anak yang Disebabkan oleh Infeksi," *J. Kedokt. MEDITEK*, vol. 27, no. 3, 2021, doi: <https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v27i3.2068>.
- [4] WHO, "Diarrhoeal disease." <https://www.who.int/news-room/fact->

- sheets/detail/diarrhoeal-disease (accessed May 07, 2023).
- [5] F. E. Putri *et al.*, “Kondisi Lingkungan, Hygiene Perorangan dan Kejadian Diare di Tanah Tumbuh Bungo,” *JIK (Jurnal Ilmu Kesehatan)*, vol. 5, no. 1, pp. 111–121, 2021.
- [6] D. K. Behera and S. Mishra, “The burden of diarrhea, etiologies, and risk factors in India from 1990 to 2019: evidence from the global burden of disease study,” *BMC Public Health*, vol. 1, no. 92, 2022, doi: 10.1186/s12889-022-12515-3.
- [7] Kementerian Kesehatan, *Laporan Kinerja 2022*. Jakarta: DIREKTORAT PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN PENYAKIT MENULAR KEMENTERIAN KESEHATAN, 2023.
- [8] UNICEF, “Diarrhoea,” 2022. <https://data.unicef.org/topic/child-health/diarrhoeal-disease/> (accessed May 07, 2023).
- [9] Centers for Disease Control and Prevention, “Global Diarrhea Burden Diarrhea: Common Illness, Global Killer,” *U.S. Dep. Heal. Hum. Serv.*, pp. 1–4, 2013, [Online]. Available: <https://www.cdc.gov/healthywater/global/diarrhea-burden.html>.
- [10] S. T. Sakkestad *et al.*, “A new human challenge model for testing heat-stable toxin-based vaccine candidates for enterotoxigenic *Escherichia coli* diarrhea - dose optimization, clinical outcomes, and CD4+ T cell responses.,” *PLoS Negl. Trop. Dis.*, vol. 13, no. 10, p. e0007823, Oct. 2019, doi: 10.1371/journal.pntd.0007823.
- [11] D. J. Evans and D. G. Evans, “Chapter 25: *Escherichia Coli* in Diarrheal Disease,” in *Medical Microbiology*, Galveston.
- [12] CDC, “Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC),” 2014. <https://www.cdc.gov/ecoli/etec.html> (accessed May 08, 2023).
- [13] Y. Zhang, P. Tan, Y. Zhao, and X. Ma, “Enterotoxigenic *Escherichia coli*: intestinal pathogenesis mechanisms and colonization resistance by gut microbiota.,” *Gut Microbes*, vol. 14, no. 1, p. 2055943, 2022, doi: 10.1080/19490976.2022.2055943.
- [14] J. D. 4th Anderson *et al.*, “Burden of enterotoxigenic *Escherichia coli* and shigella non-fatal diarrhoeal infections in 79 low-income and lower middle-income countries: a modelling analysis.,” *Lancet. Glob. Heal.*, vol. 7, no. 3, pp. e321–e330, Mar. 2019, doi: 10.1016/S2214-109X(18)30483-2.
- [15] V. Nemeth and N. Pefeghaar, “Diarrhea,” *StatPearls*, 2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448082/> (accessed May 07, 2023).
- [16] CDC, “Handwashing in Communities: Clean Hands Save Lives,” 2023. [https://www.cdc.gov/handwashing/why-handwashing.html#:~:text=Handwashing can prevent about 30,%2C colds\) 2%2C 5.](https://www.cdc.gov/handwashing/why-handwashing.html#:~:text=Handwashing can prevent about 30,%2C colds) 2%2C 5.) (accessed May 07, 2023).
- [17] R. I. Ejemot, J. E. Ehiri, M. M. Meremikwu, and J. A. Critchley, “Hand washing for preventing diarrhoea.,” *Cochrane database Syst. Rev.*, no. 1, p. CD004265, Jan. 2008, doi: 10.1002/14651858.CD004265.pub2.
- [18] M. C. Freeman *et al.*, “Hygiene and health: systematic review of handwashing practices worldwide and update of health effects.,” *Trop. Med. Int. Health*, vol. 19, no. 8, pp. 906–916, Aug. 2014, doi: 10.1111/tmi.12339.
- [19] A. E. Aiello, R. M. Coulborn, V. Perez, and E. L. Larson, “Effect of hand hygiene on infectious disease risk in the community setting: a meta-analysis.,” *Am. J. Public Health*, vol. 98, no. 8, pp. 1372–1381, Aug. 2008, doi: 10.2105/AJPH.2007.124610.
- [20] E. T. Solomon, S. R. Gari, H. Kloos, and B. M. Alemu, “Handwashing effect on diarrheal incidence in children under 5 years old in rural eastern Ethiopia: a cluster randomized controlled trial,” *Trop. Med. Health*, vol. 49, no. 1, p. 26, 2021, doi: 10.1186/s41182-021-00315-1.
- [21] B. Duane *et al.*, “A review of HTM 01-05 through an environmentally sustainable lens.,” *Br. Dent. J.*, vol. 233, no. 4, pp.

Tanggal terbit: 30 Desember 2023

- 343–350, Aug. 2022, doi: 10.1038/s41415-022-4903-5.
- [22] D. Mijaljica, F. Spada, and I. P. Harrison, “Skin Cleansing without or with Compromise: Soaps and Syndets,” *Molecules*, vol. 27, no. 6, Mar. 2022, doi: 10.3390/molecules27062010.
- [23] N. C. Dlova, T. Naicker, and P. Naidoo, “Soaps and cleansers for atopic eczema, friends or foes? What every South African paediatrician should know about their pH,” *South African J. Child Heal.*, vol. 11, pp. 146–148, 2017.
- [24] S. J. Swanepoel, “Formulation of cosmetic products for the treatment of acne containing tea tree oil and salicylic acid.”
- [25] D. Greenwood, *Antimicrobial Chemotherapy (4th Edition)*, 4th editio. 2007.
- [26] N. Zainuddin *et al.*, “Antimicrobial activities of marine fungi from Malaysia,” *Bot. Mar.*, vol. 53, no. 6, pp. 507–513, 2010, doi: 10.1515/BOT.2010.067.
- [27] N. Sadrati, A. Zerroug, R. Demirel, S. Bakli, and D. Harzallah, “Antimicrobial activity of secondary metabolites produced by aspergillus neobridgeri isolated from pistacia lentiscus against multi-drug resistant bacteria,” *Bangladesh J. Pharmacol.*, vol. 15, no. 3, pp. 82–95, 2020, doi: 10.3329/bjp.v15i3.40923.
- [28] O. C. J. Yin, D. Ibrahim, and C. C. Lee, “Bioactive Compounds from Aspergillus Terreus MP15, an Endophytic Fungus Isolated from Swietenia Macrophylla Leaf,” *Malaysian J. Med. Biol. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 107–116, 2017, doi: 10.18034/mjmb.v4i2.435.
- [29] D. F. Ayu, B. S. Nadi, and A. Ali, “KARAKTERISTIK DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINYAK ATSIRI RIMPANG JERINGAU (Acoruscalamus L.) TERHADAP Staphylococcus aureus DAN Escherichia coli PADA SABUN TRANSPARAN,” *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 28, no. 2, pp. 210–218, 2018, doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2018.28.2.210.
- [30] A. Kristy *et al.*, “Efektivitas sabun antiseptik dalam menghambat pertumbuhan Escherichia coli dan Salmonella typhi,” *J. Prima Med. Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 34–40, 2021, doi: 10.34012/jpms.v3i1.1788.
- [31] L. Fitri, “Kemampuan Daya Hambat Beberapa Macam Sabun Antiseptik Terhadap Pertumbuhan Staphylococcus aureus dan Escherichia coli,” *J. Biol. Edukasi*, vol. 2, no. 2, 2010.
- [32] N. M. S. Sanjiwani *et al.*, “ANALISIS DAN KARAKTERISASI MINYAK ATSIRI LAVENDER DAN PEPPERMINT DENGAN KROMATOGRAFI GAS-SPEKTROSKOPI MASSA (GC-MS): analisis minyak atsiri dengan GCMS,” 2020.
- [33] F. Guo *et al.*, “Antimicrobial Activity and Proposed Action Mechanism of Linalool Against Pseudomonas fluorescens,” *Front. Microbiol.*, vol. 12, no. January, pp. 1–11, 2021, doi: 10.3389/fmicb.2021.562094.
- [34] L. Cordeiro *et al.*, “Terpinen-4-ol as an antibacterial and antibiofilm agent against staphylococcus aureus,” *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 21, no. 12, pp. 1–14, 2020, doi: 10.3390/ijms21124531.
- [35] C. F. Carson, B. J. Mee, and T. V. Riley, “Mechanism of action of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil on Staphylococcus aureus determined by time-kill, lysis, leakage, and salt tolerance assays and electron microscopy,” *Antimicrob. Agents Chemother.*, vol. 46, no. 6, pp. 1914–1920, 2002, doi: 10.1128/AAC.46.6.1914-1920.2002.
- [36] T. V. Riley, C. F. Carson, and K. A. Hammer, “Melaleuca alternifolia (Tea Tree) Oil: a Review of Antimicrobial and Other Medicinal Properties,” *Clin. Microbiol. Rev.*, vol. 19, no. 1, pp. 50–62, 2006, doi: 10.1128/CMR.19.1.50.