

EFEKTIVITAS ANTIMIKROBA DISINFEKTAN EUCALYPTUS SP DAN MELALEUCA SP TERHADAP STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Sukma Diani Putri[✉] (1), Ike Puspitaningrum (1), Rr. Sri Endang Pujiastuti (2)

(1) D3 Keperawatan, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu, Indonesia

(2) Keperawatan, Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

ARTICLE INFO

Artikel history

Submitted :04-12-2024

Accepted :11-12-2024

Publish :31-12-2024

Kata Kunci:

Disinfektan, Eucalyptus sp, Minyak Atsiri, Melaleuca sp, Staphylococcus aureus.

Keywords:

Disinfectant, Eucalyptus sp, Essential oil, Melaleuca sp, Staphylococcus Aureus

ABSTRAK

Latar Belakang: Staphylococcus aureus adalah salah satu mikroorganisme patogen yang paling sering terlibat dalam infeksi menular pada manusia. Disinfektan adalah biosida yang sering digunakan untuk mengeliminasi mikroorganisme pada permukaan benda guna mencegah penyebaran penyakit menular. Ekstrak daun tanaman Eucalyptus sp. dan Melaleuca sp. mengandung 1,8-cineole, zat antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri spektrum luas sekaligus lebih aman bagi jaringan mukosa manusia. Diharapkan bahwa 1,8-cineole ini dapat menggantikan senyawa aktif yang umumnya terdapat dalam disinfektan. Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas disinfektan yang dibuat dari minyak atsiri Eucalyptus sp dan Melaleuca sp dalam membunuh bakteri S. aureus. Metode: Distilasi daun kering Eucalyptus sp dan Melaleuca sp diperoleh minyak esensial (atsiri), kemudian ditambahkan chlorhexidine digluconate (CHG) dan 70% isopropyl alcohol (IPA). Formula disinfektan tersebut kemudian diujikan pada koloni bakteri S. aureus. Hasil: Disinfektan spray yang diekstrak dari minyak esensial Eucalyptus sp memiliki zona inhibisi 38,99mm sedangkan yang terbuat dari ekstrak Melaleuca sp memiliki zona inhibisi 11,88mm. Kesimpulan: Pada konsentrasi yang sama, disinfektan spray dengan minyak esensial Eucalyptus sp lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri Staphylococcus aureus.

ABSTRACT

Introduction: Staphylococcus aureus is one of the most frequently involved pathogenic microorganisms in infectious diseases in humans. Disinfectants are biocides commonly used to eliminate microorganisms on surfaces to prevent the spread of infectious diseases. Extracts from the leaves of Eucalyptus sp. and Melaleuca sp. contain 1,8-cineole, an antimicrobial substance that can inhibit the growth of a broad spectrum of bacteria while being safer for human mucosal tissues. It is hoped that 1,8-cineole can replace the active compounds commonly found in disinfectants. Purpose: This study aims to compare the effectiveness of disinfectants made from essential oils of Eucalyptus sp. and Melaleuca sp. in killing S. aureus bacteria.

Methods: Essential oils were obtained by distilling the dried leaves of Eucalyptus sp. and Melaleuca sp., then chlorhexidine digluconate (CHG) and 70% isopropyl alcohol (IPA) were added. The disinfectant formulas were then tested on colonies of S. aureus bacteria. Results: The disinfectant spray extracted from the essential oil of Eucalyptus sp. had an inhibition zone of 38.99 mm, whereas the one made from Melaleuca sp. extract had an inhibition zone of 11.88 mm. Conclusion: At the same concentration, the disinfectant spray with essential oil of Eucalyptus sp. is more effective in inhibiting the growth of S. aureus.

✉ **Corresponding Author:**

Sukma Diani Putri
Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri
Indramayu Telp. 085727975480
Email: sukmadputri@gmail.com

PENDAHULUAN

Penyakit menular masih menjadi penyebab kematian tertinggi secara global. Pada tahun 2019 ada 7,7 juta kematian terjadi dikarenakan 33 jenis pathogen. Lima teratas kelompok bakteri pathogen yang paling sering menyebabkan kematian adalah *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Pseudomonas aeruginosa* (Ikuta et al., 2022). *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) merupakan salah satu patogen yang berbahaya dan berperan dalam kasus infeksi secara global. Bakteri ini menyebabkan berbagai macam penyakit, mulai dari infeksi kulit ringan sampai kondisi yang mengancam jiwa seperti pneumonia, sepsis, dan syok sindrom (Cheung et al., 2021). Kondisi yang diakibatkan oleh *S. aureus* juga dapat berupa infeksi organ pernapasan, endokarditis, dan osteomyelitis. *S. aureus* mempunyai senyawa toksin yang digunakan untuk melisis sel inang yang ditumpanginya. Dalam kondisi normal, terdapat sebanyak 20%-30% *S. aureus* pada tubuh manusia sehat sehingga dapat dikategorikan sebagai bakteri komensal. Meskipun demikian, *S. aureus* dapat berubah menjadi patogen jika kondisi tubuh manusia melemah (Ahmad-Mansour et al., 2021).

Senjata utama untuk mengurangi jumlah mikroorganisme sehingga dapat mengurangi terjadinya infeksi bakteri *S. aureus* adalah disinfektan dan antiseptik. Disinfektan dan antiseptik, disebut juga dengan biosida merupakan zat aktif yang dapat mengeliminasi mikroorganisme pada benda-benda sekitar maupun kulit manusia (McDonnell et al., 1999). Disinfektan dapat mematikan mikroba pada permukaan non organisme, sedangkan disebut sebagai antiseptik jika mampu mengeliminasi patogen pada jaringan hidup. Komponen aktif dalam disinfektan di antaranya adalah alkohol, klorin, peroksigen, dan amonium kuartar (Song et al., 2019). Pada antiseptik zat aktif yang digunakan pada umumnya adalah alkohol, chlorhexidine, klorin, iodine, dan peroksigen (Poppolo Deus & Ouanounou, 2022; Steinsapir & Woodward, 2017). Beberapa senyawa aktif tersebut memiliki efek membunuh bakteri dengan cepat dan spektrum luas, serta cukup terjangkau dari segi ekonomi. Akan tetapi, zat aktif alkohol yang terdapat dalam disinfektan maupun antiseptik memiliki efek korosif bagi logam dan bersifat merusak permukaan plastik maupun yang lain. Zat aktif yang lain seperti klorin juga dapat menyebabkan sensasi kulit terbakar dan juga iritasi, serta merusak logam (Steinsapir & Woodward, 2017).

Sebagai alternatif, tanaman lokal sekitar dapat digunakan untuk mengatasi efek samping yang ditimbulkan oleh bahan aktif disinfektan dan antiseptik. Ekaliptus dengan nama latin *Eucalyptus sp* dan kayu putih atau *Melaleuca sp* diketahui secara signifikan memiliki kandungan antimikroba yaitu 1,8-cineole (Febry Sulistiyani et al., 2022; Tyski et al., 2022;

Agus Wibowo et al., 2023) yang dikenal sebagai senyawa untuk melawan virus, bakteri, dan jamur (Constantia Lidwina Targanski et al., 2023; Mieres-Castro et al., 2021; Pujiarti et al., 2018; Melani et al., 2022). 1,8-cineole yang berasal dari *Eucalyptus sp* dan *Melaleuca sp* bersifat toksik terhadap berbagai bakteri patogen seperti *S. aureus*, *E. coli*, dan *Enterococcus faecalis* (Constantia Lidwina Targanski et al., 2023; Tyski et al., 2022; Zhou et al., 2016). Meskipun komposisi senyawa dominan berbeda, dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa 1,8-cineole merupakan senyawa utama yang terdapat pada *Eucalyptus sp* dan *Melaleuca sp* (Pujiarti et al., 2018). Senyawa 1,8-cineole terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan *S.aureus* (Merghni et al., 2023).

Berdasarkan hasil beberapa studi tersebut, peneliti melakukan penelitian uji perbandingan efektivitas antibakteri minyak atsiri *Eucalyptus sp* dan *Melaleuca sp* terhadap bakteri *S.aureus*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui untuk melihat perbedaan efektivitas antara *Eucalyptus sp* dengan *Melaleuca sp* dalam menghambat pertumbuhan *S.aureus*.

METODE

Penelitian dilakukan mulai bulan Agustus untuk pengambilan sampel yang berupa daun. Langkah dalam penelitian diawali dengan mengumpulkan sampel daun *Eucalyptus sp*. dan *Melaleuca sp*. yang kemudian dikeringkan dan siap untuk dilakukan distilasi uap.

1. Distilasi Uap

Proses distilasi daun kering *Eucalyptus sp*. dan *Melaleuca sp*. dilakukan untuk memperoleh minyak atsiri yang mengandung 1,8-cineole akan digunakan sebagai zat aktif dalam disinfektan dan semprotan antiseptik. Minyak atsiri dalam daun *Eucalyptus sp*. dan *Melaleuca sp*. dapat menguap ketika dialiri uap air panas. Uap ini akan membawa minyak atsiri dari daun setiap sampel. Dengan adanya kondensor, uap akan berubah menjadi embun, sehingga air dan minyak dapat dipisahkan.

Metode distilasi dilakukan melalui beberapa tahapan persiapan, yaitu menimbang sampel daun *Eucalyptus sp*. dan *Melaleuca sp*. sebanyak 2 kg, memanaskan boiler untuk menghasilkan uap pada tekanan 2 kg/cm³, dan memasukkan uap yang dihasilkan ke dalam tangki distilasi. Proses distilasi berlangsung selama kurang lebih 4 jam, kemudian produk hasil distilasi ditampung. Minyak atsiri yang didapatkan dari ekstraksi daun *Eucalyptus sp*. dan *Melaleuca sp*. diperoleh sebanyak 25 ml dari 2 kg sampel. Minyak atsiri dari masing-masing sampel kemudian diformulasikan menjadi larutan semprotan disinfektan dengan komposisi: 5% minyak atsiri, 2% chlorhexidine digluconate (CHG), dan 70% isopropyl alcohol (IPA) (Hendry et al., 2012)

2. Uji Antibakteri

Langkah yang pertama kali dilakukan saat proses pengujian senyawa antimikroba terhadap bakteri *S.aureus* adalah sterilisasi alat dan bahan yang digunakan ke dalam autoklaf pada suhu 121⁰C selama 15 menit. *S.aureus* diinokulasi ke permukaan media Nutrient Agar (NA) menggunakan jarum ose steril, kemudian didiamkan pada suhu 37⁰C selama 18-24 jam. Langkah berikutnya yaitu melakukan standarisasi tingkat kekeruhan bakteri dengan standar 0,5 Mc Farland.

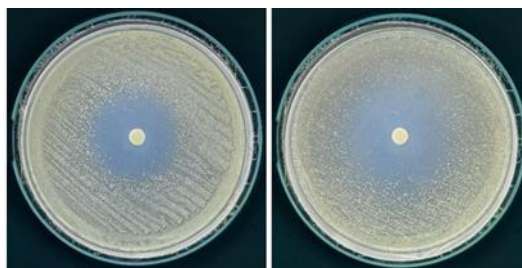
Pada saat uji antimikroba dilakukan, *nutrient agar* yang berada di dalam *petri dish* ditempatkan dalam suhu ruang selama 10-15 menit. Larutan suspensi bakteri yang telah dibuat homogen kemudian dioleskan menggunakan kapas lidi ke permukaan media agar. Berikutnya menyemprotkan sebanyak 15 µl larutan *spray* sampel masing-masing ke permukaan kertas cakram steril. *Paper disc* tersebut kemudian diletakkan ke permukaan *nutrient agar* yang sudah dioles *S.aureus*, selanjutnya diinkubasi pada suhu 37⁰C. Total ada tiga perlakuan, yaitu disemprot *spray* disinfektan *Eucalyptus sp*, disinfektan *Melaleuca sp*, serta kontrol positif Amoxicillin. Setelah proses inkubasi selama 16-18 jam dilakukan

pengamatan area bening (zona inhibisi) yang terlihat. Zona bening tersebut mengindikasikan bahwa terdapat senyawa aktif yang menghambat pertumbuhan *S.aureus* di permukaan media agar. Langkah berikutnya adalah melakukan pengukuran diameter zona bening yang terlihat. Lokasi dan Waktu Penelitian: penelitian dilakukan di laboratorium Terpadu Universitas Padjajaran

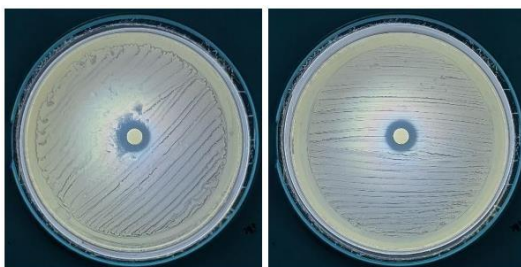
HASIL

Pada penelitian ini, pengamatan uji efektivitas disinfektan spray minyak atsiri dari masing-masing sampel dilakukan setelah inkubasi selama 24 jam. kemudian diukur zona bening di sekitar masing-masing *paper disc*. Aktivitas antibakteri dapat dilihat dengan ada atau tidaknya zona bening (zona hambat) di sekitar cakram. Diameter zona bening dihitung dalam satuan milimeter (mm) dengan menggunakan jangka sorong. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah difusi cakram yaitu untuk dapat melihat aktivitas antibakteri yang terdapat pada *Eucalyptus sp* dan *Melaleuca sp* terhadap bakteri *S.aureus*.

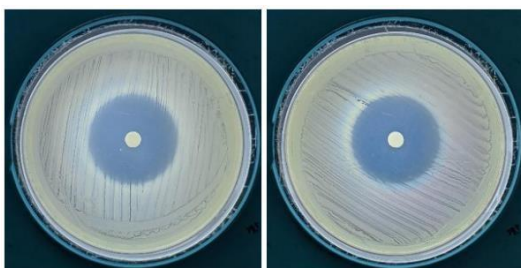
Pada pengamatan dan pengukuran zona inhibisi pada perbandingan uji efektivitas antibakteri dari *Eucalyptus sp* dan *Melaleuca sp* terhadap bakteri *S.aureus* dilakukan dengan dua kali pengulangan dan Amoxicillin sebagai kontrol positif didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 1. Zona Inhibisi Perlakuan Disinfektan Spray *Eucalyptus sp*



Gambar 2. Zona Inhibisi Perlakuan Disinfektan Spray *Melaleuca sp*



Gambar 3. Zona Inhibisi Perlakuan Amoxicillin

Hasil penelitian uji efektivitas dengan menggunakan tiga kelompok perlakuan yaitu disinfektan *Eucalyptus sp.*, disinfektan *Melaleuca sp.*, dan kontrol positif (Amoxycillin 100 ppm) dilakukan repetisi (duplo) dan didapatkan rata-rata nilai zona bening yang dapat dilihat

pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Diameter Zona Bening (Zona Hambat)

Pengulangan	Diameter Penghambatan (d/mm)		
	<i>Eucalyptus sp</i>	<i>Melaleuca sp</i>	Kontrol (+)
1	38,55	11,92	33,73
2	39,43	11,84	33,41
Rataan Diameter (mm)	38,99	11,88	33,57

Ket. *Disc* yang digunakan berdiameter 6 mm. Hasil pengukuran pada tabel belum dikurangi dengan ukuran *disc* yang digunakan.

PEMBAHASAN

Minyak atsiri yang diekstrak dari *Eucalyptus sp.* memiliki kandungan senyawa aktif di antaranya adalah 1.8-cineole, p-cymene, cis-geraniol, dan terpinolene, yang bersifat antivirus, antibakteri, serta toksik terhadap jamur. Zat aktif antimikroba *Eucalyptus sp.* dapat menghambat aktivitas bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, dan *Enterococcus faecalis* (Chaves et al., 2018). Sedangkan minyak esensial *Melaleuca sp* memiliki kandungan 1.8-cineole, limonene, β -caryopilen, α -terpineol, dan α -pinen yang juga memiliki aktivitas antibakteri terutama merusak dinding sel bakteri sehingga menyebabkan kematian sel (Agus Wibowo et al., 2023; Constantia Lidwina Targanski et al., 2023). Senyawa aktif yang terkandung dalam minyak atsiri *Melaleuca sp* diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S.aureus*, terutama dalam konsentrasi tinggi (Agus Wibowo et al., 2023).

S.aureus adalah salah satu bakteri yang dapat ditemukan dengan mudah pada kulit manusia. Meskipun tidak selalu berbahaya, *S.aureus* dapat menyebabkan baik infeksi ringan maupun kerusakan jaringan yang parah bahkan sampai kematian. *S.aureus* berperan penting dalam kasus infeksi secara global karena mudah ditularkan lewat permukaan tangan yang terkontaminasi kemudian menyentuh benda-benda sekitar (Ahmad-Mansour et al., 2021; Cheung et al., 2021). *S.aureus* hidup berkoloni di berbagai lokasi pada tubuh manusia, menghasilkan racun yang dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan kulit maupun mukosa lainnya (Cheung et al., 2021).

Pada penelitian yang telah dilakukan, masing-masing sampel sebanyak 25 ml minyak esensial *Eucalyptus sp* dan *Melaleuca sp* yang didapatkan dari tahapan distilasi uap kemudian dicampurkan dengan senyawa lain dengan formula: 5% minyak esensial *Eucalyptus sp*/*Melaleuca sp* ditambahkan dengan 2% chlorhexidine digluconate (CHG) and 70% isopropyl alcohol (IPA) (Hendry et al., 2012). Clorhexidine mengandung kation yang merusak integritas dinding sel bakteri (Poppolo Deus & Ouanounou, 2022). Clorhexidine sering digunakan dalam campuran antiseptik atau disinfektan karena muatan kation chlorhexidine mampu melisis dinding bakteri gram positif dan negatif, jamur, serta beberapa virus. Konsentrasi chlorhexidine yang umumnya dipakai dalam pembuatan antiseptik atau disinfektan berkisar 0,5% sampai 4% (Steinsapir & Woodward, 2017). Senyawa yang terakhir yaitu isopropyl alcohol dikenal kemampuannya untuk membunuh bakteri serta jamur pada konsentrasi 40%-100% (Hamad Vuai et al., 2022).

Penelitian dilakukan untuk membandingkan efektivitas dari formula disinfektan dari minyak *Eucalyptus sp*, chlorhexidine, dan isopropyl alcohol dengan *Melaleuca sp*, chlorhexidine, dan isopropyl alcohol dalam menghambat proliferasi *S.aureus*. Kedua disinfektan memiliki konsentrasi minyak atsiri yang sama, dan dalam pengujian memakai Amoxycillin 100 ppm sebagai kontrol positif.

Alasan penggunaan Amoxycillin sebagai kontrol positif adalah karena efektif membunuh Sebagian besar strain bakteri sehingga termasuk ke dalam kategori antibiotik kuat.

Amoxyxillin bekerja dengan melisisikan bakteri dan menghambat perkembangbiakan bakteri (Matsumoto et al., 2019).

Uji efektivitas antimikroba dilaksanakan di waktu optimum pertumbuhan bakteri, yaitu pada suhu 37°C selama 16-18 jam. Tampilan zona bening yang terbentuk akibat aktivitas antimikroba dapat dilihat di Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3. Zona bening atau zona inhibisi menunjukkan bentuk respon aktivitas antibakteri terhadap suatu senyawa aktif. Larutan disinfektan maupun larutan kontrol positif yang disemprotkan ke *paper disc* bereaksi dengan bakteri, yang diperlihatkan dengan munculnya area bening. Zona bening di sekitar *paper disc* tersebut menunjukkan lokasi pertumbuhan bakteri *S.aureus* dihambat. Kriteria hambatan perkembangbiakan bakteri yaitu apabila senyawa yang diujikan mampu menghasilkan zona bening dengan diameter <5 mm maka dikategorikan lemah, zona bening dengan diameter 5-10 mm maka termasuk ke dalam kategori sedang, serta diameter zona bening >10-20 mm maka dikategorikan kuat, serta diameter >20 mm maka dikategorikan sangat kuat (Sinarsih et al., 2021).

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa uji larutan disinfektan *spray* yang terbuat dari campuran minyak esensial terhadap bakteri *S.aureus* dilakukan sebanyak dua kali repetisi. Hasil pengujian didapatkan rerata diameter zona bening untuk sampel *Eucalyptus sp.* yaitu 38,99 mm, sampel *Melaleuca sp.* didapatkan diameter zona bening 11,88 mm, dan pada kontrol positif yaitu Amoxicillin didapatkan diameter zona inhibisi 33,57 mm. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa kemampuan antibakteri yang ditunjukkan lewat zona bening pada sampel *Eucalyptus sp* dapat dikategorikan sangat kuat (>20mm), sedangkan pada sampel *Melaleuca sp* menunjukkan sifat antibakteri yang kuat (>10-20mm). Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa *Eucalyptus sp* dan *Melaleuca sp* memiliki sifat antimikroba yang dapat menghambat proliferasi *S.aureus* (Constantia Lidwina Targanski et al., 2023; Tyski et al., 2022).

SIMPULAN

Disinfektan yang terbuat dari campuran minyak esensial *Eucalyptus sp.* maupun *Melaleuca sp.* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S.aureus*. Pada konsentrasi yang sama, disinfektan semprot yang dibuat dari campuran minyak esensial *Eucalyptus sp.* hasilnya lebih signifikan untuk menekan kemampuan *S. aureus* dalam bereplikasi dibandingkan dengan disinfektan semprot yang berasal dari campuran minyak esensial *Melaleuca sp.* Kedua larutan disinfektan memiliki formula yang sama yaitu minyak esensial, chlorhexidine digluconate, dan isopropyl alcohol.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Wibowo, M., Ardiningsih, P., Jayuska, A., Kimia, J., Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F., Tanjungpura, U., & Ilmu Kelautan, J. (2023). Karakterisasi Minyak Atsiri Daun Kayu Putih (*Melaleuca leucadendra*) Kota Pontianak dan Aktivitasnya Terhadap *Streptococcus mutans*. In *Jurnal ILMU DASAR* (Vol. 24, Issue 2).
- Ahmad-Mansour, N., Loubet, P., Pouget, C., Dunyach-Remy, C., Sotto, A., Lavigne, J. P., & Molle, V. (2021). Staphylococcus aureus toxins: An update on their pathogenic properties and potential treatments. In *Toxins* (Vol. 13, Issue 10). MDPI. <https://doi.org/10.3390/toxins13100677>
- Chaves, T. P., Pinheiro, R. E. E., Melo, E. S., Soares, M. J. dos S., Souza, J. S. N., Andrade, T. B. de, Lemos, T. L. G. de, & Coutinho, H. D. M. (2018). Essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn potentiates β -lactam activity against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* resistant strains. *Industrial Crops and Products*, 112, 70–74. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.048>
- Cheung, G. Y. C., Bae, J. S., & Otto, M. (2021). Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. In *Virulence* (Vol. 12, Issue 1, pp. 547–569). Bellwether Publishing, Ltd.

- <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688>
- Constantia Lidwina Targanski, Wiwin Retnowati, Mohammad Fathul Qorib, Manik Retno Wahyunitisari, & Wilda Mahdani. (2023). IN VITRO ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF EUCALYPTUS (*Melaleuca leucadendra*) OIL AGAINST METHICILLIN-RESISTANT *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Majalah Biomorfologi*, 33(2), 59–67. <https://doi.org/10.20473/mbiom.v33i2.2023.59-67>
- Febry Sulistiyani, I., Tri Prasetya Jurusan Kimia, A., & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F. (2022). Antibacterial Activity of Cajuputi Oil (*Melaleuca leucadendron*) Microcapsules Against *Staphylococcus aureus* Bacteria Applied to Cotton Fabric Fibers. In *Indonesian Journal of Chemical Science* (Vol. 11, Issue 1). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Hamad Vuai, S. A., Sahini, M. G., Sule, K. S., Ripanda, A. S., & Mwanga, H. M. (2022). A comparative in-vitro study on antimicrobial efficacy of on-market alcohol-based hand washing sanitizers towards combating microbes and its application in combating Covid-19 global outbreak. *Heliyon*, 8(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11689>
- Ikuta, K. S., Swetschinski, L. R., Robles Aguilar, G., Sharara, F., Mestrovic, T., Gray, A. P., Davis Weaver, N., Wool, E. E., Han, C., Gershberg Hayoon, A., Aali, A., Abate, S. M., Abbasi-Kangevari, M., Abbasi-Kangevari, Z., Abd-Elsalam, S., Abebe, G., Abedi, A., Abhari, A. P., Abidi, H., ... Naghavi, M. (2022). Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 400(10369), 2221–2248. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)02185-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)02185-7)
- Matsumoto, H., Shiotani, A., & Graham, D. Y. (2019). Current and Future Treatment of *Helicobacter pylori* Infections. In *Advances in Experimental Medicine and Biology* (Vol. 1149, pp. 211–225). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/5584_2019_367
- Mcdonnell, G., Russell, A. D., Operations, L., & Louis, S. (1999). Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. In *CLINICAL MICROBIOLOGY REVIEWS* (Vol. 12, Issue 1).
- Melani, I. R., Farid Wafi, M., Riandinata, M. R., Aulawiya, P., Halim, R., Muti'ah, R., & Santosaningsih, D. (2022). Potential Inhibition of *Melaleuca leucadendron* L. Compounds Against the NSP5 SARS CoV-2 Protein. *Indonesian Journal of Cancer Chemoprevention*. <https://www.rcsb.org/search>
- Merghni, A., Belmamoun, A. R., Urcan, A. C., Bobiş, O., & Lassoued, M. A. (2023). 1,8-Cineol (*Eucalyptol*) Disrupts Membrane Integrity and Induces Oxidative Stress in Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Antioxidants*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/antiox12071388>
- Mieres-Castro, D., Ahmar, S., Shabbir, R., & Mora-Poblete, F. (2021). Antiviral activities of eucalyptus essential oils: Their effectiveness as therapeutic targets against human viruses. In *Pharmaceuticals* (Vol. 14, Issue 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ph14121210>
- Poppolo Deus, F., & Ouanounou, A. (2022). Chlorhexidine in Dentistry: Pharmacology, Uses, and Adverse Effects. In *International Dental Journal* (Vol. 72, Issue 3, pp. 269–277). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2022.01.005>
- Pujarti, R., Nurjanto, H. H., & Sunarta, S. (2018). Antifungal activity of eucalyptus urophylla oil against *aspergillus Niger* and *fusarium oxysporum*. *Agrivita*, 40(1), 55–62. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v40i1.990>
- Sinarsih, N. K., Susanah Rita, W., & Puspawati, N. M. (2021). Aktivitas Antibakteri Fraksi Ekstrak Etanol Daun Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr) terhadap *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Applied Chemistry Research*, 1, 2549–3671. <https://doi.org/10.23887/ijacr-undiksha>
- Song, X., Vossebein, L., & Zille, A. (2019). Efficacy of disinfectant-impregnated wipes used for surface disinfection in hospitals: A review. In *Antimicrobial Resistance and Infection Control* (Vol. 8, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13756-019-0595-2>
- Steinsapir, K. D., & Woodward, J. A. (2017). Chlorhexidine Keratitis: Safety of Chlorhexidine as a Facial Antiseptic. In *Dermatologic Surgery* (Vol. 43, Issue 1, pp. 1–6). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/DSS.0000000000000822>
- Tyski, S., Bocian, E., & Laudy, A. E. (2022). Application of normative documents for determination of biocidal activity of disinfectants and antiseptics dedicated to the medical area: a narrative review. In *Journal of Hospital Infection* (Vol. 125, pp. 75–91). W.B. Saunders Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2022.03.016>

Zhou, L. J., Li, F. R., Huang, L. J., Yang, Z. R., Yuan, S., & Bai, L. H. (2016). Antifungal activity of Eucalyptus oil against rice blast fungi and the possible mechanism of gene expression pattern. *Molecules*, *21*(5). <https://doi.org/10.3390/molecules21050621>