

**POTENSI FRAKSI AIR RIMPANG LENGKUAS
PUTIH (*Alpinia galanga W*) SEBAGAI PENGHAMBAT
DAN PENGHANCUR BIOFILM BAKTERI
*Staphylococcus aureus***

SKRIPSI

Untuk memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran



Oleh :

**Safina Zulfa Wahana
22001101024**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
TAHUN
2025**

**POTENSI FRAKSI AIR RIMPANG LENGKUAS
PUTIH (*Alpinia galanga* W) SEBAGAI PENGHAMBAT
DAN PENGHANCUR BIOFILM BAKTERI**

Staphylococcus aureus

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran



Oleh :

Safina Zulfa Wahana

22001101024

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2025

**POTENSI FRAKSI AIR RIMPANG LENGKUAS
PUTIH (*Alpinia galanga W*) SEBAGAI PENGHAMBAT
DAN PENGHANCUR BIOFILM BAKTERI**

Staphylococcus aureus

SKRIPSI

Untuk memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran



Oleh :

Safina Zulfa Wahana
22001101024

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2025**

RINGKASAN

Safina Zulfa Wahana. Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Malang, Maret 2025. Potensi Fraksi Air Rimpang Lengkuas Putih (*Alpinia galanga W*) Sebagai Penghambat dan Penghancur Biofilm Bakteri *Staphylococcus aureus*.

Pembimbing 1: Rio Risandiansyah, S. Ked., MP., PhD, **Pembimbing 2:** dr. Citra Destya Rahma Putri, Sp. MK

Pendahuluan : *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri yang dapat menyebabkan infeksi nosokomial melalui pembentukan biofilm pada permukaan biotik dan abiotik, sehingga diperlukan agen antibiofilm baru. *Alpinia galanga W* merupakan salah satu herbal yang memiliki senyawa aktif dalam fraksi air, seperti flavonoid, tanin, dan terpenoid yang dapat berperan sebagai antibakteri. Namun, senyawa ini belum terbukti berperan sebagai agen antibiofilm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi fraksi air *Alpinia galanga W* sebagai agen antibiofilm.

Metode : Penelitian bersifat in vitro eksperimental dengan menumbuhkan biofilm *S. aureus* pada 96 wellplate yang telah diisi *Broth Heart Brain Infusion* (BHIB) + sukrosa 5% sebagai media pertumbuhan bakteri dan diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C. Kemampuan antibiofilm diukur dengan absorbansi kristal violet pada panjang gelombang 585 nm. Ekstraksi *Alpinia galanga W* menggunakan etanol 96% dilanjutkan dengan fraksinasi menggunakan pelarut air, dilarutkan kembali dalam dimetil sulfoksida (DMSO). Bakteri diberi perlakuan ekstrak setelah pertumbuhan 24 jam untuk mengukur penghancuran biofilm. Perbandingan antar kelompok ditentukan dengan ANOVA ($p < 0.05$).

Hasil : Uji destruksi menunjukkan perbedaan yang signifikan pada dosis 1000 ppm, 500 ppm, 250 ppm, 125 ppm, dan 62,5 ppm dengan kontrol negatif.

Kesimpulan : Fraksi air dari ekstrak etanol lengkuas putih dapat menghancurkan biofilm yang telah terbentuk. Penelitian lebih lanjut dapat dikembangkan dengan mengidentifikasi kualitas biofilm.

Kata Kunci : *Alpinia galanga W.*, fraksi air, antibiofilm, *Staphylococcus aureus*.

SUMMARY

Safina Zulfa Wahana. Faculty of Medicine, Islamic University of Malang. The Potential of the Aqueous Fraction of White Galangal Rhizome (*Alpinia galanga W*) as an Inhibitor and Destroyer of *Staphylococcus aureus* Biofilm.

Supervisor 1: Rio Risandiansyah, S. Ked., MP., PhD, **Supervisor 2** dr. Citra Destya Rahma Putri, Sp. MK

Introduction : *Staphylococcus aureus* can cause healthcare-associated infections via the formation of biofilms on biotic and abiotic surfaces, necessitating the need for novel antibiofilm agents. *Alpinia galanga W* is one of the herbs that has active compounds in aqueous fractions, such as flavonoids, tannins, and terpenes, which may act as antibacterial agents. However, these compounds have not yet been screened for antibiofilm activity. This study aimed to find out the potential of *Alpinia galanga W* aqueous fraction as an antibiofilm agent.

Method : The research was an experimental in vitro study by growing biofilm of *S. aureus* on 96-well plates that had been filled with broth heart brain infusion (BHIB) + 5% sucrose as a bacterial growth medium and incubated for 24 hours at 37°C. Antibiofilm abilities were measured using crystal violet staining of biofilm and measuring its absorbance at 585 nm. Extraction of *Alpinia galanga W* using 96% ethanol, continued by fractionation with water, evaporated and reconstituted in dimethyl sulfoxide (DMSO). Bacteria were treated with extract after 24-hour growth to measure biofilm destruction. The between-group differences were determined using ANOVA ($p < 0.05$).

Results : The destruction tests showed significant result at doses 1000 ppm, 500 ppm, 250 ppm, 125 ppm, and 62,5 ppm with negative control.

Conclusion : The aqueous fraction of white galangal ethanolic extract can destroy preformed biofilm. Further research can be developed by identifying biofilm quality.

Keywords : *Alpinia galanga W.*, water fraction, antibiofilm, *Staphylococcus aureus*.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Healthcare-associated infections (HAIs) atau infeksi nosokomial merupakan infeksi yang muncul pada pasien selama menerima perawatan di rumah sakit atau fasilitas pelayanan kesehatan lainnya, dimana sebelumnya tidak ada infeksi pada saat pasien masuk atau dalam waktu beberapa hari setelah pasien pulang. Infeksi ini dapat ditularkan melalui petugas rumah sakit dan tenaga kesehatan yang bekerja pada fasilitas layanan kesehatan, sehingga memiliki dampak yang luas bagi pasien dan staf medis lainnya (Sundoro et al., 2021). Sebanyak 6-16% pasien rawat inap di Indonesia mengalami infeksi nosokomial (Delima et al., 2018). Jenis HAIs yang paling sering terjadi di fasilitas pelayanan kesehatan di Indonesia yaitu *Ventilator associated pneumonia* (VAP), Infeksi Aliran Darah Primer (IADP), Infeksi Saluran Kemih (ISK), *Catether-associated Urinary Tract Infections* (CAUTI) yang sering kali disebabkan oleh adanya biofilm yang dibentuk oleh bakteri, salah satunya adalah *Staphylococcus aureus* (Hapsari et al., 2018).

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri patogen yang paling sering berhubungan dengan alat medis, berkolonisasi dan menginfeksi pasien rawat inap di rumah sakit (Chessa et al., 2016). Bakteri *Staphylococcus aureus* sulit ditangani karena mekanisme *Extracellular Polymeric Substance* (EPS) dalam mencegah aktivitas antibakteri dengan cara menjadi penghalang fisik dan kimia terhadap antibiotik, sehingga antibiotik tidak dapat mencapai target. Faktor lain yang

menjadi penyebab sulit ditanganinya bakteri ini adalah karena tingginya laju pertumbuhan bakteri, regulasi enzim penghancur antibiotik, regulasi *quorum sensing*, dan banyaknya protein yang berperan sebagai komponen adhesi serta pembentukan EPS (Piras et al., 2021). *Staphylococcus aureus* memiliki kemampuan untuk melindungi dirinya dari *Reactive Oxygen Species* (ROS). Selain itu *Staphylococcus aureus* mampu melakukan modifikasi komposisi dinding sel, membelah *antimicrobial peptides* (AMP) dan mengeluarkannya dari sitoplasma melalui pompa efluks (Rungelrath et al., 2021). Hal ini menyebabkan penanganan bakteri *Staphylococcus aureus* yang memproduksi biofilm semakin sulit karena terjadi resistensi antibiotik (Masrukhin et al., 2021). Biofilm bakteri dapat bertahan dari mekanisme pertahanan inang dan menyebabkan infeksi jangka panjang dengan memecah antibiotik sehingga penggunaan antibiotik menjadi tidak optimal dan terjadi resistensi (Peng et al., 2023). Biofilm mengakibatkan sel bersifat persisten dan menyebabkan resistensi antibiotik (Pang et al., 2019).

Indonesia dengan kekayaan floranya yang menyimpan tanaman yang telah dibuktikan berperan sebagai anti mikroba terhadap bakteri Gram positif, seperti lengkuas putih atau *Alpinia galanga* W. Sebuah penelitian menyebutkan rimpang lengkuas putih mempunyai aktivitas antimikroba yang kuat terhadap bakteri Gram positif, khususnya *Staphylococcus aureus* (Karunarathne et al., 2020). Senyawa flavonoid yang terkandung pada *Alpinia galanga* W diketahui dapat menghambat pembentukan biofilm dan faktor virulensi bakteri *Staphylococcus aureus* dengan nilai MIC 75 µg/ml (Park et al., 2024). Tanin menyebabkan dinding sel mengalami dehidrasi, menghambat

bakteri untuk membentuk koloni, dan menghancurkan biofilm matur karena ikatan dengan protein yang akan menyebabkan biofilm mengalami kerusakan struktur (Wu et al., 2024). Saponin yang terkandung dalam *Alpinia galanga W* dapat merusak biofilm dengan mekanisme mempengaruhi matriks EPS dalam biofilm sehingga sintesis EPS akan berkurang dan mengubah integritas membran sel bakteri yang menyebabkan dinding sel mengalami kelemahan (Besan et al., 2023). Beberapa senyawa turunan terpenoid yaitu golongan monoterpen dan seskuiterpen diketahui dapat menghancurkan biofilm *Staphylococcus aureus* yang terbentuk.

Penelitian ini akan melakukan ekstraksi dan fraksinasi dengan pelarut polar yaitu air dari *Alpinia galanga W*. Fraksi air mampu menarik senyawa polar dari rimpang lengkuas putih yang dapat berpotensi sebagai penghambatan pertumbuhan dan penghancuran biofilm bakteri. Untuk mengetahui potensi antibiofilm dilakukan dengan melihat absorbansi kristal violet pada biofilm yang terbentuk. Kristal violet merupakan pewarna yang memiliki sifat permeabel terhadap membran sel gram positif dan negatif (Wilson et al., 2017). Nilai serapan kristal violet dievaluasi menggunakan spektrofotometer dan dikonversi dengan nilai Biofilm Biomass Unit (BBU) sehingga dapat dilakukan perhitungan persentase inhibisi dan eradikasi biofilm.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa senyawa yang dapat ditarik dari fraksi air *Alpinia galanga W*?
2. Bagaimana potensi paparan fraksi air *Alpinia galanga W* sebagai penghambatan biofilm *Staphylococcus aureus*?
3. Bagaimana potensi paparan fraksi air *Alpinia galanga W* sebagai penghancuran biofilm *Staphylococcus aureus*?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui senyawa yang terkandung dalam rimpang *Alpinia galanga W*
2. Mengetahui potensi paparan fraksi air *Alpinia galanga W* terhadap penghambatan biofilm *Staphylococcus aureus*
3. Mengetahui potensi paparan fraksi air *Alpinia galanga W* terhadap penghancuran biofilm *Staphylococcus aureus*

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teori

Mengetahui potensi kandungan senyawa pada rimpang lengkuas yang dapat menghambat pertumbuhan biofilm dan menghancurkan biofilm *Staphylococcus aureus*.

1.4.2 Manfaat Praktis

Memperoleh senyawa aktif yang dapat digunakan untuk mencegah pembentukan biofilm dari *Staphylococcus aureus* pada alat medis atau menghancurkan biofilm yang terbentuk oleh *Staphylococcus aureus*.

BAB VII PENUTUP

7.1 Kesimpulan

1. Fraksi air dari ekstrak etanol rimpang lengkuas putih (*Alpinia galanga W.*) mengandung senyawa terpenoid melalui uji fitokimia.
2. Fraksi air dari ekstrak etanol rimpang lengkuas putih (*Alpinia galanga W.*) tidak dapat menghambat pembentukan biofilm bakteri *Staphylococcus aureus*.
3. Fraksi air dari ekstrak etanol rimpang lengkuas putih (*Alpinia galanga W.*) dapat menghancurkan biofilm bakteri *Staphylococcus aureus* yang terbentuk pada dosis 1000 ppm, 500 ppm, 250 ppm, 125 ppm, dan 62,5 ppm.

7.2 Saran

1. Perlu dilakukan remaserasi ekstrak untuk mendapatkan nilai rendemen ekstrak yang tinggi
2. Perlu dilakukan uji fitokimia menggunakan ekstrak kasar yang dihasilkan dari proses ekstraksi untuk membandingkan hasil penarikan senyawa, dan mengetahui apakah hasil uji fitokimia yang kurang maksimal disebabkan karena proses ekstraksi atau fraksinasi.
3. Perlu dilakukan observasi menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) untuk mengetahui kualitas biofilm, seperti struktur atau kematian sel planktonik.
4. Perlu dilakukan isolasi senyawa terpenoid dari rimpang *Alpinia galanga W* untuk uji antibiofilm.

5. Perlu ditambahkan kontrol positif pada penelitian sebagai perbandingan untuk menilai efektivitas kelompok perlakuan yang diuji.



DAFTAR PUSTAKA

- Achinas, S., Yska, S. K., Charalampogiannis, N., Krooneman, J., & Euverink, G. J. W. (2020). A technological understanding of biofilm detection techniques: A review. In *Materials* (Vol. 13, Issue 14). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ma13143147>
- Agustina, E. (2017). *UJI AKTIVITAS SENYAWA ANTIOKSIDAN DARI EKSTRAK DAUN TIIN (Ficus Carica Linn) DENGAN PELARUT AIR, METANOL DAN CAMPURAN METANOL-AIR*. 1(1), 38–47.
- Amir, A. N., & Lestari, P. F. (2013). *Jurnal Teknologi Kimia PENGAMBILAN OLEORESIN DARI LIMBAH AMPAS JAHE INDUSTRI JAMU (PT. SIDO MUNCUL) DENGAN METODE EKSTRAKSI*. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>
- Ampeni, I. S. (2021). *GAMBARAN BAKTERI Staphylococcus aureus PADA HANDPHONE MAHASISWA*.
- Ardani, M., Pratiwi, S. U. T., & Hertiani, T. (2010). Effect of cengkeh leaves and kayu manis cortex essential oils blend as anti dental plaque. *Majalah Farmasi Indonesia*, 21(3), 191 – 201–201.
- Asra, R., Ria Azni, N., Rusdi, & Nessa. (2019). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Fraksi Heksan, Fraksi Etil Asetat dan Fraksi Air Daun Kapulaga (*Elettaria cardamomum* (L.) Maton). *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 2, 30–37.
- Azwanida, N. N. (2015). A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 04(03). <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>
- Banerjee, S. K., & Farber, J. M. (2018). Trend and pattern of antimicrobial resistance in molluscan vibrio species sourced to canadian estuaries. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 62(10). <https://doi.org/10.1128/AAC.00799-18>
- Bauer, A. E., Frank, R. A., Headley, J. V., Milestone, C. B., Batchelor, S., Peru, K. M., Rudy, M. D., Barrett, S. E., Vanderveen, R., Dixon, D. G., & Hewitt, L. M. (2019). A preparative method for the isolation and fractionation of

- dissolved organic acids from bitumen-influenced waters. *Science of the Total Environment*, 671, 587–597. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.244>
- Ben Arfa, A., Combes, S., Preziosi-Belloy, L., Gontard, N., & Chalier, P. (2006). Antimicrobial activity of carvacrol related to its chemical structure. *Letters in applied microbiology*, 43(2), 149-154.
- Besan, E. J., Rahmawati, I., & Saptarini, O. (2023). *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia) Aktivitas Antibiofilm Ekstrak dan Fraksi-Fraksi Bunga Telang (Clitoria ternatea L.) terhadap Staphylococcus aureus Antibiofilm Activity of Butterfly Pea Flower (Clitoria ternatea L.) Extract and Fractions against Staphylococcus aureus*.
- Bridier, A., Dubois-Brissonnet, F., Boubetra, A., Thomas, V., & Briandet, R. (2010). The biofilm architecture of sixty opportunistic pathogens deciphered using a high throughput CLSM method. *Journal of Microbiological Methods*, 82(1), 64–70. <https://doi.org/10.1016/J.MIMET.2010.04.006>
- Chessa, D., Ganau, G., Spiga, L., Bulla, A., Mazzarello, V., Campus, G. V., & Rubino, S. (2016). Staphylococcus aureus and staphylococcus epidermidis virulence strains as causative agents of persistent infections in breast implants. *PLoS ONE*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146668>
- 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>
- Christensen, G. D., Simpson, W. A., Younger, J. J., Baddour, L. M., Barrett, F. F., Melton, D. M., & Beachey, E. H. (1985). Adherence of coagulase-negative staphylococci to plastic tissue culture plates: a quantitative model for the adherence of staphylococci to medical devices. *Journal of clinical microbiology*, 22(6), 996-1006.
- Chudiwal, A. K., Jain, D. P., & Somani, R. S. (2010). Alpinia galanga Willd.-An overview on phyto-pharmacological properties. In *Indian Journal of Natural Products and Resources* (Vol. 1, Issue 2).
- Coffey, B. M., & Anderson, G. G. (2014). Biofilm formation in the 96-well microtiter plate. *Methods in Molecular Biology*, 1149, 631–641. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0473-0_48

- Cordeiro, L., Figueiredo, P., Souza, H., Sousa, A., Andrade-Júnior, F., Medeiros, D., Nóbrega, J., Silva, D., Martins, E., Barbosa-Filho, J., & Lima, E. (2020). Terpinen-4-ol as an antibacterial and antibiofilm agent against staphylococcus aureus. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(12), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijms21124531>
- Croes, S., Deurenberg, R. H., Boumans, M. L. L., Beisser, P. S., Neef, C., & Stobberingh, E. E. (2009). Staphylococcus aureus biofilm formation at the physiologic glucose concentration depends on the S. aureus lineage. *BMC microbiology*, 9, 1-9.
- de Almeida Rossato, T. C., Alves, T., Cuevas-Suárez, C. E., da Rosa, W. L. de O., da Silva, A. F., Piva, E., Zanchi, C. H., & Lund, R. G. (2022). Effect of alpha-humulene incorporation on the properties of experimental light-cured periodontal dressings. *Brazilian Oral Research*, 36. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2022.VOL36.0091>
- de Castro Melo, P., Menezes Ferreira, L., Nader Filho, A., Francisco Zafalon, L., Isa Godoy Vicente, H., & de Souza, V. (2013). *Comparison of methods for the detection of biofilm formation by Staphylococcus aureus isolated from bovine subclinical mastitis*. www.sbmicrobiologia.org.br
- Delima, M., & Andriani, Y. (2018). PENERAPAN CUCI TANGAN FIVE MOMEN DENGAN ANGKA KEJADIAN INFEKSI NOSOKOMIAL. In *Prosiding Seminar Kesehatan Perintis E* (Vol. 1, Issue 2).
- Dewi, M., Fadrial Karmil, T., Zahrial Helmi, T., Abrar, M., Daud, M. A., Admi, M., Mikrobiologi, L., Kedokteran Hewan, F., Syiah Kuala, U., & Studi Magister Kesehatan Masyarakat Veteriner, P. (2020). Aktivitas Antibiotik terhadap Biofilm Staphylococcus aureus Isolat Preputium Sapi Aceh Antibiotic Activities to Staphylococcus aureus Biofilms of Aceh Cattle Preputium Isolate. *Jurnal Sain Veteriner*, 38(1), 1–6. <https://doi.org/10.22146/jvs.35219>
- Duda-Madej, A., Viscardi, S., Pacyga, K., Kupczyński, R., Mączka, W., Grabarczyk, M., Pacyga, P., Topola, E., Ostrówka, M., Bania, J., Szumny, A., & Wińska, K. (2024). Antibiofilm and Antimicrobial Potentials of Novel

- Synthesized Sulfur Camphor Derivatives. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(20). <https://doi.org/10.3390/ijms252010895>
- Dunyach-Remy, C., Essebe, C. N., Sotto, A., & Lavigne, J. P. (2016). Staphylococcus aureus toxins and diabetic foot ulcers: Role in pathogenesis and interest in diagnosis. In *Toxins* (Vol. 8, Issue 7, pp. 1–20). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/toxins8070209>
- Dwi, Y., Hakim, R., Risadiansyah, R., Prakoso, Y. D., & Risandiansyah, R. (n.d.). *Pembentukan Biofilm pada Staphylococcus aureus pada Penambahan Glukosa dan Sukrosa Formation of Biofilm on Staphylococcus aureus on the Addition of Glucose and Sucrose*.
- Freeman, D. J., Falkiner, F. R., & Keane, C. T. (1989). New method for detecting slime production by coagulase negative staphylococci. *Journal of clinical pathology*, 42(8), 872-874.
- Gambino, E., Maione, A., Guida, M., Albarano, L., Carraturo, F., Galdiero, E., & Di Onofrio, V. (2022). Evaluation of the Pathogenic-Mixed Biofilm Formation of Pseudomonas aeruginosa/Staphylococcus aureus and Treatment with Limonene on Three Different Materials by a Dynamic Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph19063741>
- Guo, Q., Wu, Q., Bai, D., Liu, Y., Chen, L., Jin, S., Wu, Y., & Duan, K. (2016). Potential use of dimethyl sulfoxide in treatment of infections caused by Pseudomonas aeruginosa. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 60(12), 7159–7169. <https://doi.org/10.1128/AAC.01357-16>
- Hanina, D., William Gading, P., Indah Dewi Aurora, W., & Harahap, H. (2022). *PENINGKATAN PENGETAHUAN SISWA PONDOK PESANTREN NURUL IMAN TENTANG INFEKSI STAPHYLOCOCCUS AUREUS*.
- Hapsari, A. P., Wahyuni, C. U., & Mudjianto, D. (2018). Knowledge of Surveillance Officers on Identification of Healthcare-associated Infections in Surabaya. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 6(2), 130. <https://doi.org/10.20473/jbe.v6i22018.130-138>
- Harbone, J. B. (1998). *Phytochemical Methods* (3rd ed.). Chapman & Hall.

- Hastuti, D., & Aldila Sagitaning Putri, dan. (2018). *RASIO n-HEKSANA-ETANOL TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA OLEORESIN AMPAS JAHE (Zingiber majus Rumph) VARIETAS EMPRIT*.
- Hidayati, D. N., Maghfiroh, H. R., & Safitri, A. (2023). Antibacterial activity of ethanol extracts of hibiscus tiliaceus l. leaves from different extraction methods against Escherichia coli and Staphylococcus aureus. *Pharmaciana*, 13(1), 137. <https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v13i1.24671>
- Hsu, C. Y., Shu, J. C., Lin, M. H., Chong, K. Y., Chen, C. C., Wen, S. M., Hsieh, Y. T., Liao, W. T. (2015). High glucose concentration promotes vancomycin-enhanced biofilm formation of vancomycin-non-susceptible 9 Staphylococcus aureus in diabetic mice. *PLoS One*, 10(8), e0134852
- Izzati, N., Ismail, M., & Chua, L. S. (2020). *Solvent Partition for Terpenoid Rich Fraction From Crude Extract of Eurycoma longifolia*.
- Jawetz, E., Brooks, G. F., Carroll, K. C., Butet, J. S., Morse, S. A., & Mietzner, T. A. (2016). *Jawetz, Melnick, & Adelberg's medical microbiology*.
- Jiang, Z., Kempinski, C., & Chappell, J. (2016). Extraction and Analysis of Terpenes/Terpenoids. *Current Protocols in Plant Biology*, 1(2), 345–358. <https://doi.org/10.1002/cppb.20024>
- Judarwanto, W. (2012). *IMUNOLOGI DASAR: MEKANISME PERTAHANAN TUBUH TERHADAP BAKTERI*. Indonesia *Medicine*. <http://allergycliniconline.com/2012/02/14/imunologi-dasar-mekanisempertahanan-tubuh-terhadap-bakte>
- Karlsson, A., & Arvidson, S. (2002). Variation in extracellular protease production among clinical isolates of Staphylococcus aureus due to different levels of expression of the protease repressor sarA. *Infection and Immunity*, 70(8), 4239–4246. <https://doi.org/10.1128/IAI.70.8.4239-4246.2002>
- Karunarathne, P., Thammitiyagodage, M., & Weerakkody, N. (2020). Antibiofilm Activity of Galangal (Alpinia galanga) Against Staphylococcus aureus. *Food Processing & Nutritional Science*, 1(2), 123–131. <https://doi.org/10.46619/Fpns.2020.1-1011>
- Khairullah, A. R., Solikhah, T. I., Ansori, A. N. M., Fadholly, A., Ramandinianto, S. C., Ansharieta, R., Widodo, A., Riwu, K. H. P., Putri, N., Proboningrat, A.,

- Kusala, M. K. J., Rendragraha, B. W., Putra, A. R. S., & Anshori, A. (2020). A review of an important medicinal plant: *Alpinia galanga* (L.) willd. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(10), 387–395. <https://doi.org/10.31838/srp.2020.10.62>
- Khan, M. A., Celik, I., Khan, H. M., Shahid, M., Shahzad, A., Kumar, S., & Ahmed, B. (2023). Antibiofilm and anti-quorum sensing activity of *Psidium guajava* L. leaf extract: In vitro and in silico approach. *PLoS ONE*, 18(12 December). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295524>
- Khusnul, *, Hidana, R., Program, W. K., Diii, S., Kesehatan, A., Tinggi, S., Kesehatan, I., Tunas, B., & Tasikmalaya, H. (2017). Uji EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL RIMPANG LENGKUAS (*Alpinia galanga* L) TERHADAP PERTUMBUHAN *Trichophyton rubrum* SECARA in vitro. In *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada* (Vol. 17).
- Konieczny, M., Rhein, P., Czaczyk, K., Białas, W., & Juzwa, W. (2021). Imaging flow cytometry to study biofilm-associated microbial aggregates. *Molecules*, 26(23). <https://doi.org/10.3390/molecules26237096>
- Kostakioti, M., Hadjifrangiskou, M., & Hultgren, S. J. (2013). Bacterial biofilms: Development, dispersal, and therapeutic strategies in the dawn of the postantibiotic era. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 3(4). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a010306>
- Kostoglou, D., Protopappas, I., & Giaouris, E. (2020). Common plant-derived terpenoids present increased anti-biofilm potential against *Staphylococcus* bacteria compared to a quaternary ammonium biocide. *Foods*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/foods9060697>
- Krihariyani, D., Diah Woelansari, E., & Kurniawan, E. (2016). POLA PERTUMBUHAN *Staphylococcus aureus* PADA MEDIA AGAR DARAH MANUSIA GOLONGAN O, AB, DAN DARAH DOMBA SEBAGAI KONTROL.
- Kurniawan, E., Dyah Jekti, D. S., & Zulkifli, L. (2019). AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL BATANG BIDARA LAUT (*Strychnos ligustrina*) TERHADAP BAKTERI PATOGEN. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1), 61–69. <https://doi.org/10.29303/jbt.v19i1.1040>

- Kusriani, R. H., & Az Zahra, S. (n.d.). *SKRINING FITOKIMIA DAN PENETAPAN KADAR SENYAWA FENOLIK TOTAL EKSTRAK RIMPANG LENGKUAS MERAH DAN RIMPANG LENGKUAS PUTIH (ALPINIA GALANGA L.)*.
- Lade, H., Park, J. H., Chung, S. H., Kim, I. H., Kim, J. M., Joo, H. S., & Kim, J. S. (2019). Biofilm formation by staphylococcus aureus clinical isolates is differentially affected by glucose and sodium chloride supplemented culture media. *Journal of Clinical Medicine*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/jcm8111853>
- Lahiri, D., Nag, M., Dutta, B., Dey, S., Mukherjee, D., Joshi, S. J., & Ray, R. R. (2021). Antibiofilm and anti-quorum sensing activities of eugenol and linalool from *Ocimum tenuiflorum* against *Pseudomonas aeruginosa* biofilm. *Journal of Applied Microbiology*, 131(6), 2821-2837.
- Liu, J., Chen, D.-Q., Tan, Y., Gan, R.-Y., Qu, G., & Xu, Z. (2023). *Antimicrobial Resistance and Anti-Biofilms*. www.mdpi.com/journal/antibiotics
- Liu, J. J., Madec, J. Y., Bousquet-Mélou, A., Haenni, M., & Ferran, A. A. (2021). Destruction of *Staphylococcus aureus* biofilms by combining an antibiotic with subtilisin A or calcium gluconate. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85722-4>
- Manner, S., Skogman, M., Goeres, D., Vuorela, P., & Fallarero, A. (2013). Systematic exploration of natural and synthetic flavonoids for the inhibition of *Staphylococcus aureus* biofilms. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(10), 19434–19451. <https://doi.org/10.3390/ijms141019434>
- Masrukhin, Setiawan, R., Kusmiati, M., & Saputra, S. (2021a). Optimasi Pembentukan Biofilm *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* Melalui Penambahan Glukosa dan NaCl. *Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change, November*, 342–347.
- Masrukhin, Setiawan, R., Kusmiati, M., & Saputra, S. (2021b). Optimasi Pembentukan Biofilm *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* Melalui Penambahan Glukosa dan NaCl. *Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change, November*, 342–347. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>

- Masyita, A., Mustika Sari, R., Dwi Astuti, A., Yasir, B., Rahma Rumata, N., Emran, T. Bin, Nainu, F., & Simal-Gandara, J. (2022). Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. *Food Chemistry: X*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100217>
- Mierza, V., Antolin, A., Ichsani, A., Dwi, N., Sridevi, S., & Dwi, S. (2023). Research Article: Isolasi dan Identifikasi Senyawa Terpenoid. *Jurnal Surya Medika*, 9(2), 134–141. <https://doi.org/10.33084/jsm.v9i2.5681>
- Miladi, H., Zmantar, T., Kouidhi, B., Al Qurashi, Y. M. A., Bakhrouf, A., Chaabouni, Y., Mahdouani, K., & Chaieb, K. (2017). Synergistic effect of eugenol, carvacrol, thymol, p-cymene and γ -terpinene on inhibition of drug resistance and biofilm formation of oral bacteria. *Microbial Pathogenesis*, 112, 156–163. <https://doi.org/10.1016/J.MICPATH.2017.09.057>
- Modrzyński, J. J., Christensen, J. H., & Brandt, K. K. (2019). Evaluation of dimethyl sulfoxide (DMSO) as a co-solvent for toxicity testing of hydrophobic organic compounds. *Ecotoxicology*, 28(9), 1136–1141.
- Morán, A., Gutiérrez, S., Martínez-Blanco, H., Ferrero, M. A., Monteagudo-Mera, A., & Rodríguez-Aparicio, L. B. (2014). Non-toxic plant metabolites regulate *Staphylococcus* viability and biofilmformation: a natural therapeutic strategyuseful in the treatment and prevention of skin infections. *Biofouling*, 30(10), 1175–1182.
- Nett, J. E., Cain, M. T., Crawford, K., & Andes, D. R. (2011). Optimizing a candida biofilm microtiter plate model for measurement of antifungal susceptibility by tetrazolium salt assay. *Journal of Clinical Microbiology*, 49(4), 1426–1433. <https://doi.org/10.1128/JCM.02273-10>
- Ningrum, D. U. W. (2015). *EFEK DAYA HAMBAT FLAVONOID EKSTRAK KULIT MANGGIS (Garcinia mangostana Linn.) TERHADAP BIOFILM BAKTERI Lactobacillus acidophilus (Penelitian Eksperimental Laboratoris)*. Universitas Airlangga.
- Nuryastuti, T. (2014). Current in vitro assay to determine bacterial biofilm formation of clinical isolates. In *J Med Sci* (Vol. 46, Issue 3).

- Oonmetta-aree, J., Suzuki, T., Gasaluck, P., & Eumkeb, G. (2006). Antimicrobial properties and action of galangal (*Alpinia galanga* Linn.) on *Staphylococcus aureus*. *LWT - Food Science and Technology*, 39(10), 1214–1220. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2005.06.015>
- Palomares-Navarro, J. J., Bernal-Mercado, A. T., González-Aguilar, G. A., Ortega-Ramirez, L. A., Martínez-Téllez, M. A., & Ayala-Zavala, J. F. (2023). Antibiofilm Action of Plant Terpenes in *Salmonella* Strains: Potential Inhibitors of the Synthesis of Extracellular Polymeric Substances. In *Pathogens* (Vol. 12, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/pathogens12010035>
- Pang, Z., Raudonis, R., Glick, B. R., Lin, T. J., & Cheng, Z. (2019). Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: mechanisms and alternative therapeutic strategies. In *Biotechnology Advances* (Vol. 37, Issue 1, pp. 177–192). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.11.013>
- Park, I., Kim, Y. G., Lee, J. H., & Lee, J. (2024). Antibiofilm and Antivirulence Potentials of 3,2'-Dihydroxyflavone against *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(15). <https://doi.org/10.3390/ijms25158059>
- Peng, Q., Tang, X., Dong, W., Sun, N., & Yuan, W. (2023). A Review of Biofilm Formation of *Staphylococcus aureus* and Its Regulation Mechanism. *Antibiotics*, 12(1), 1–21. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12010012>
- Periasamy, S., Joo, H. S., Duong, A. C., Bach, T. H. L., Tan, V. Y., Chatterjee, S. S., Cheung, G. Y. C., & Otto, M. (2012). How *Staphylococcus aureus* biofilms develop their characteristic structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(4), 1281–1286. <https://doi.org/10.1073/pnas.1115006109>
- Pingkan, W., Kaunang, J., & Sihombing, M. (2022). *Staphylococcus Aureus*. <https://www.researchgate.net/publication/366466283>
- Piras, C., Di Ciccio, P. A., Soggiu, A., Greco, V., Tilocca, B., Costanzo, N., Ceniti, C., Urbani, A., Bonizzi, L., Ianieri, A., & Roncada, P. (2021). *S. Aureus* biofilm protein expression linked to antimicrobial resistance: A proteomic study. *Animals*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/ani11040966>

- Prayitno, S. A. (2020). Comparison of Extracts (Ethanol And Aquos Solvents) Muntingia calabura Leaves on Total Phenol, Flavonid And Antioxidant (Ic50) Properties. *319 KONTRIBUSIA*, 3(2), 2020.
- Puspita, I. T., & Muflihah, C. H. (2023). ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF Alpinia galanga EXTRACTS AND FRACTIONS AGAINST THE BACTERIA Pseudomonas aeruginosa AND Bacillus subtilis AND THEIR BIOAUTOGRAPHY. *Journal of Pharmacy*, 2(2). <https://jsr.lib.ums.ac.id/index.php/ujp>
- Putri, F. E., Diharmi, A., & Karnila, R. (2023). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Pada Rumput Laut Coklat (Sargassum plagyophyllum) Dengan Metode Fraksinasi. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 15(1), 40–46. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v15i1.23318>
- Rather, M. A., Gupta, K., & Mandal, M. (2021). Microbial biofilm: formation, architecture, antibiotic resistance, and control strategies. In *Brazilian Journal of Microbiology* (Vol. 52, Issue 4, pp. 1701–1718). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s42770-021-00624-x>
- Ravindran, P. N., & Pillai, G. S. (2006). Galanga. *Handbook of Herbs and Spices*, 3, 347–356. <https://doi.org/10.1533/9781845691717.3.347>
- Relucenti, M., Familiari, G., Donfrancesco, O., Taurino, M., Li, X., Chen, R., Artini, M., Papa, R., & Selan, L. (2021). Microscopy methods for biofilm imaging: Focus on sem and VP-SEM pros and cons. In *Biology* (Vol. 10, Issue 1, pp. 1–17). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/biology10010051>
- Riset, A., Khairunnisa, N., Lisa Yuniati, K., St Fahirah Aarsal, A., & Faisal Syamsu, R. (2023). FAKUMI MEDICAL JOURNAL Efektifitas Ekstrak Daun Kemangi & Ekstrak Daun Sirih Merah sebagai Anti Mikroba Staphylococcus aureus Penyebab Furunkle. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 3(2).
- Rungelrath, V., & Deleo, F. R. (2021). Staphylococcus aureus, Antibiotic Resistance, and the Interaction with Human Neutrophils. In *Antioxidants and Redox Signaling* (Vol. 34, Issue 6, pp. 452–470). Mary Ann Liebert Inc. <https://doi.org/10.1089/ars.2020.8127>

- Sabaeifard, P., Abdi-Ali, A., Soudi, M. R., & Dinarvand, R. (2014). Optimization of tetrazolium salt assay for *Pseudomonas aeruginosa* biofilm using microtiter plate method. *Journal of Microbiological Methods*, 105, 134–140. <https://doi.org/10.1016/J.MIMET.2014.07.024>
- Sancineto, L., Piccioni, M., De Marco, S., Pagiotti, R., Nascimento, V., Braga, A. L., Santi, C., & Pietrella, D. (2016). Diphenyl diselenide derivatives inhibit microbial biofilm formation involved in wound infection. *BMC Microbiology*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12866-016-0837-x>
- Scherf, J. R., Barbosa dos Santos, C. R., Sampaio de Freitas, T., Rocha, J. E., Macêdo, N. S., Mascarenhas Lima, J. N., Melo Coutinho, H. D., & Bezerra da Cunha, F. A. (2020). Effect of terpinolene against the resistant *Staphylococcus aureus* strain, carrier of the efflux pump QacC and β -lactamase gene, and its toxicity in the *Drosophila melanogaster* model. *Microbial Pathogenesis*, 149, 104528. <https://doi.org/10.1016/J.MICPATH.2020.104528>
- Smith, K., Perez, A., Ramage, G., Lappin, D., Gemmell, C. G., & Lang, S. (2008). Biofilm formation by Scottish clinical isolates of *Staphylococcus aureus*. *Journal of medical microbiology*, 57(8), 1018-1023.
- Sharma, S., Mohler, J., Mahajan, S. D., Schwartz, S. A., Bruggemann, L., & Aalinkeel, R. (2023). Microbial Biofilm: A Review on Formation, Infection, Antibiotic Resistance, Control Measures, and Innovative Treatment. In *Microorganisms* (Vol. 11, Issue 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11061614>
- Shen, G., Yang, L., Lv, X., Zhang, Y., Hou, X., Li, M., Zhou, M., Pan, L., Chen, A., & Zhang, Z. (2023). Antibiofilm Activity and Mechanism of Linalool against Food Spoilage *Bacillus amyloliquefaciens*. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(13). <https://doi.org/10.3390/ijms241310980>
- Silva, N. B. S., Marques, L. A., & Röder, D. D. B. (2021). Diagnosis of biofilm infections: current methods used, challenges and perspectives for the future. In *Journal of Applied Microbiology* (Vol. 131, Issue 5, pp. 2148–2160). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/jam.15049>
- Sinaga, E., Fitria, D., Biologi Universitas Nasional, F., Sawo Manila, J., Minggu, P., & Selatan, J. (n.d.). *DAYA ANTIBAKTERI JAMUR ENDOFIT YANG*

DIISOLASI DARI DAUN DAN RIMPANG LENGKUAS (Alpinia galanga Sw.).

- Sugiarti, L., Andriyani, D. M., Pratitis, M. P., & Setyani, R. (2020). Aktivitas Antibakteri Fraksi N-Heksan, Etil Asetat Dan Air Ekstrak Etanol Daun Parijoto (*Medinilla Speciosa* Blume) Terhadap *Propionibacterium Acnes* Dan *Staphylococcus Epidermidis*. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 4(2), 120-130.
- Sugimoto, S., Sato, F., Miyakawa, R., Chiba, A., Onodera, S., Hori, S., & Mizunoe, Y. (2018). Broad impact of extracellular DNA on biofilm formation by clinically isolated Methicillin-resistant and-sensitive strains of *Staphylococcus aureus*. *Scientific reports*, 8(1), 2254.
- Sundoro, T., Sari, D. W., Alvionita, I., Nuhuyan, W. R., & Bafadhal, A. (2021). *PENCEGAHAN HEALTHCARE ASSOCIATED INFECTIONS SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN PENGETAHUAN CARA MENCUCI TANGAN BAGI PASIEN RUMAH SAKIT DI YOGYAKARTA*. 5(4). <https://doi.org/10.31764/jmm.v5i4.4993>
- Thomer, L., Schneewind, O., & Missiakas, D. (2016). Pathogenesis of *Staphylococcus aureus* Bloodstream Infections. *Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease*, 11, 343–364. <https://doi.org/10.1146/annurev-pathol-012615-044351>
- Thurlow, L. R., Hanke, M. L., Fritz, T., Angle, A., Aldrich, A., Williams, S. H., Engebretsen, I. L., Bayles, K. W., Horswill, A. R., & Kielian, T. (2011). *Staphylococcus aureus* Biofilms Prevent Macrophage Phagocytosis and Attenuate Inflammation In Vivo . *The Journal of Immunology*, 186(11), 6585–6596. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1002794>
- Tiwari, P., Kumar, B., Kaur, G., & Kaur, H. (2011). *Phytochemical screening and Extraction: A Review*. <http://www.ipharmsciencia.com>
- Utari, I. (2018). *UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI FRAKSI n-HEKSAN, ETIL ASETAT DAN AIR DARI EKSTRAK ETANOL DAUN SINGKONG (Manihot esculenta Crantz) TERHADAP BAKTERI Staphylococcus aureus ATCC 25923*.

- Vergis, J., Gokulakrishnan, P., Agarwal, R. K., & Kumar, A. (2015). Essential oils as natural food antimicrobial agents: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(10), 1320-1323.
- Verheijen, M., Lienhard, M., Schrooders, Y., Clayton, O., Nudischer, R., Boerno, S., Timmermann, B., Selevsek, N., Schlapbach, R., Gmuender, H., Gotta, S., Geraedts, J., Herwig, R., Kleinjans, J., & Caiment, F. (2019). DMSO induces drastic changes in human cellular processes and epigenetic landscape in vitro. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40660-0>
- Wahyuni, D. K., Ekasari, W., Witono, J. R., & Purnobasuki, H. (2016). *Toga Indonesia*. Airlangga University Press.
- Walsh, D. J., Livinghouse, T., Durling, G. M., Chase-Bayless, Y., Arnold, A. D., & Stewart, P. S. (2020). Sulfenat Esters of Simple Phenols Exhibit Enhanced Activity against Biofilms. *ACS Omega*, 5(11), 6010–6020. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b04392>
- Walsh, D. J., Livinghouse, T., Goeres, D. M., Mettler, M., & Stewart, P. S. (2019). Antimicrobial Activity of Naturally Occurring Phenols and Derivatives Against Biofilm and Planktonic Bacteria. *Frontiers in Chemistry*, 7. <https://doi.org/10.3389/fchem.2019.00653>
- Wilson, C., Lukowicz, R., Merchant, S., Valquier-Flynn, H., Caballero, J., Sandoval, J., Okuom, M., Huber, C., Durham Brooks, T., Wilson, E., Clement, B., Wentworth, C. D., & Holmes, A. E. (2017). Quantitative and Qualitative Assessment Methods for Biofilm Growth: A Mini-review HHS Public Access. In *Res Rev J Eng Technol* (Vol. 6, Issue 4).
- Winarsih, S., Khasanah, U., & Alfatah, A. H. (2019). AKTIVITAS ANTIBIOFILM FRAKSI ETIL ASETAT EKSTRAK DAUN PUTRI MALU (*Mimosa pudica*) PADA BAKTERI METHICILIN-RESISTANT *Staphylococcus aureus* (MRSA) SECARA IN VITRO. *Majalah Kesehatan*, 6(2), 76–85. <https://doi.org/10.21776/ub.majalahkesehatan.006.02.1>
- Wu, X., Wang, H., Xiong, J., Yang, G. X., Hu, J. F., Zhu, Q., & Chen, Z. (2024). *Staphylococcus aureus* biofilm: Formulation, regulatory, and emerging natural products-derived therapeutics. In *Biofilm* (Vol. 7). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.biofilm.2023.100175>

Yoshii, Y.; Okuda, K.; Yamada, S.; Nagakura, M.; Sugimoto, S.; Nagano, T.; Okabe, T.; Kojima, H.; Iwamoto, T.; Kuwano, K.; et al. Norgestimate inhibits staphylococcal biofilm formation and resensitizes methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to β -lactam antibiotics. *NPJ Biofilms Microbiomes* 2017, 3, 18. [CrossRef]

