

**STUDI *IN SILICO* PENAMBATAN MOLEKUL BRAZILIN
TERHADAP PROTEIN PEMBENTUKAN BIOFILM PADA
Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA)**

SKRIPSI

**VIVIN DESFRIANTI
A 252 103**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2026**

**STUDI *IN SILICO* PENAMBATAN MOLEKUL BRAZILIN TERHADAP
PROTEIN PEMBENTUKAN BIOFILM PADA *Methicillin-resistant*
Staphylococcus aureus (MRSA)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**VIVIN DESFRIANTI
A 252 103**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2026**

**STUDI *IN SILICO* PENAMBATAN MOLEKUL BRAZILIN TERHADAP PROTEIN
PEMBENTUKAN BIOFILM PADA *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA)**

VIVIN DESFRIANTI
A 252 103

Juli 2026
Disetujui oleh:

Pembimbing



Umi Baroroh, S.Si., M.biotek

Pembimbing



Himalaya Wana Kelana, M.Pd

Kutipan atau saduran ini sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebut nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia

Skripsi ini dipersembahkan untuk kedua orang tua tercinta, sumber doa, kekuatan, dan kasih yang tulus tanpa akhir. Semoga Allah membalas segala pengorbanan dengan surga-Nya. "Wahai Tuhanku, kasihilah mereka sebagaimana mereka telah mendidikku waktu kecil" (QS. Al-Isra: 24). Juga untuk diri sendiri, sebagai pengingat bahwa setiap proses membutuhkan kesabaran dan keyakinan. "Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka mengubah keadaan pada diri mereka sendiri"(QS. Ar-Ra'd: 11)

ABSTRAK

Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) merupakan bakteri patogen yang mampu membentuk biofilm sehingga meningkatkan resistensinya terhadap antibiotik. Salah satu upaya untuk menghambat pembentukan biofilm adalah mengeksplorasi senyawa alami, seperti brazilin yang berasal dari kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.). Penelitian ini bertujuan menganalisis nilai energi ikatan brazilin terhadap protein target pembentuk biofilm MRSA serta mengevaluasi potensinya sebagai inhibitor berdasarkan interaksi molekuler yang terbentuk. Penelitian ini dilakukan secara *in silico* menggunakan metode penambatan molekul dengan AutoDock Vina melalui pendekatan *blind docking*. Protein target pembentukan biofilm MRSA yang digunakan meliputi IcaA, IcaB, IcaC, IcaD, ArgB, ArgC, SarA, ClfA, dan FnbA. Struktur protein diperoleh dari AlphaFold, kemudian dipreparasi menggunakan GalaxyWEB dan AutoDock Tools. Analisis interaksi molekuler dilakukan menggunakan BIOVIA Discovery Studio. Hasil penambatan molekul menunjukkan bahwa brazilin mampu berikatan dengan seluruh protein target dengan nilai energi ikatan berkisar antara -5,90 hingga -8,80 kcal/mol. Afinitas pengikatan tertinggi diperoleh pada IcaA sebesar -8,80 kcal/mol, diikuti IcaC sebesar -8,70 kcal/mol. Visualisasi interaksi menunjukkan bahwa brazilin membentuk ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, dan interaksi elektrostatik pada IcaA dan IcaC. Berdasarkan hasil tersebut, brazilin berpotensi menjadi inhibitor pembentukan biofilm MRSA melalui interaksinya dengan IcaA dan IcaC. Senyawa ini dapat dipertimbangkan sebagai kandidat agen antibiofilm berbasis bahan alam untuk pengembangan selanjutnya.

Kata kunci: biofilm, brazilin, energi ikatan, MRSA, penambatan molekul.

ABSTRAK

Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) is a pathogenic bacterium capable of forming biofilms, thereby increasing its resistance to antibiotics. One approach to inhibit biofilm formation is to explore natural compounds, such as brazilin derived from sappan wood (Caesalpinia sappan L.). This study aimed to analyze the binding energy of brazilin against target proteins involved in MRSA biofilm formation and to evaluate its potential as an inhibitor based on the molecular interactions formed. This study was conducted in silico using molecular docking with AutoDock Vina through a blind docking approach. The target proteins involved in MRSA biofilm formation included IcaA, IcaB, IcaC, IcaD, ArgB, ArgC, SarA, ClfA, and FnbA. Protein structures were obtained from AlphaFold and subsequently prepared using GalaxyWEB and AutoDock Tools. Molecular interaction analysis was performed using BIOVIA Discovery Studio. The molecular docking results showed that brazilin was able to bind to all target proteins, with binding energy values ranging from -5.90 to -8.80 kcal/mol. The highest binding affinity was observed for IcaA at -8.80 kcal/mol, followed by IcaC at -8.70 kcal/mol. Interaction visualization showed that brazilin formed hydrogen bonds, hydrophobic interactions, and electrostatic interactions with IcaA and IcaC. Based on these results, brazilin has potential as an inhibitor of MRSA biofilm formation through its interactions with IcaA and IcaC. This compound may be considered a natural-based antibiofilm agent for further development.

Keywords: *biofilm, brazilin, binding affinity, MRSA, molecular docking.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “**Studi *In Silico* Penambatan Molekul Brazilin Terhadap Protein Pembentukan Biofilm Pada *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA)**”. Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing Umi Baroroh, S.Si., M.Biotek dan Himalaya Wana Kelana, M.Pd, atas ketulusan dalam memberikan bimbingan, inspirasi, dukungan moral, serta pengorbanan waktu yang sangat berharga. Dalam kesempatan yang istimewa ini, penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang mendalam kepada:

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si., selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
2. Dr. apt. Diki Prayugo, M.Si., selaku wakil ketua I Bidang Akademik.
3. Dr. apt. Hesti Riasari, M.Si., selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi.
4. Dr. apt. Siti Uswatun Hasanah, M.Si., selaku dosen wali yang telah banyak membimbing, memberikan arahan dan juga nasihat selama melaksanakan perkuliahan.
5. Ibuku Titin Sumarni dan ayahku Nefi Anriansyah, dan adikku Amanda Dwi Fadila yang selalu memberikan dukungan dan semangat sepenuh hati sedari awal sehingga Skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik.
6. Kepada seluruh teman Angkatan 25, dosen, staf administrasi, dan karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia, penulis mengucapkan terima kasih atas ilmu, dukungan, bantuan, dan kebersamaan selama masa studi serta penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandung, Juli 2026

Penulis

Vivin Desfrianti

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan Penelitian	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Secang (<i>Caesalpinia sappan L.</i>).....	4
2.2.1 Klasifikasi tanaman	4
2.2 Brazilin	5
2.3 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	6
2.3.1 Klasifikasi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	6
2.3.2 Biofilm pada bakteri MRSA.....	7
2.3.3 Protein Target Pembentuk Biofilm	8
2.4 Fungsi dan Peranan Biofilm dalam Resistensi Bakteri	9
2.5 Asam Amino	9
2.6 Pendekatan In Silico dan Penambatan Molekul	10
2.6.1 Pendekatan In Silico	10
2.6.2 Penambatan Molekul	11
BAB III TATA KERJA	13
3.1 Alat	13
3.2 Bahan.....	13
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.3.1 Pengambilan Struktur Protein Target.....	13
3.3.2 Pembersihan, Perbaikan dan Preparasi Protein Target.....	14
3.3.3 Pemilihan dan Preparasi Ligan.....	14
3.3.4 Penentuan Grid Box pada Protein dan Ligan	14
3.3.5 Penambatan Molekul	15
3.3.6 Visualisasi dan Analisis Interaksi.....	15
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Analisis Nilai Energi Ikatan Brazilin terhadap Protein Target Biofilm MRSA	17
4.1.1 Pengambilan Struktur Protein Target	17
4.1.2 Pembersihan, Perbaikan, dan Preparasi Protein Target	18

4.1.3 Pemilihan dan Preparasi Ligan.....	20
4.1.4 Penentuan Grid Box pada Protein dan Ligan	21
4.1.5 Penambatan Molekul	21
4.2 Analisis Potensi Brazilin sebagai Inhibitor Pembentukan Biofilm pada MRSA Berdasarkan Interaksi Molekul.....	30
4.2.1 Visualisasi dan Analisis Interaksi.....	30
1. IcaA	34
2. IcaB	35
3. IcaC	35
4. IcaD	36
5. ArgB	37
6. ArgC	38
7. SarA.....	39
8. ClfA	41
9. FnbA.....	41
BAB V PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2. Alur Penelitian Selanjutnya.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kode Asam Amino	10
4.1. Hasil evaluasi dan pemilihan model terbaik dari masing-masing protein target.	19
4.2 Hasil penambatan molekul dilakukan sebanyak sepuluh kali pengulangan, diperoleh nilai energi ikatan Mode 1 pada masing-masing protein target.....	22
4.3. Jumlah Klaster Hasil Analisis Penambatan molekul Mode 1 Brazilin pada Protein Target Pembentuk Biofilm MRSA	23
4.4. Perbandingan Nilai Energi Ikatan brazilin dan Kurkumin terhadap Protein Target	27
4.5. Ringkasan Jumlah Jenis Interaksi Brazilin dan Kurkumin dengan Protein Target Pembentuk Biofilm MRSA	31
4.6 Residu asam amino yang terlibat dalam interaksi antara brazilin dan masing-masing protein target.....	32
4.7 Visualisasi 2D interaksi brazilin dengan masing-masing protein target	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tanaman Secang.	4
2.2 Struktur komposit brazilin.	5
2.3 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	6
2.4 Pembentukan Biofilm pada bakteri MRSA.....	7
2.5 Struktur Protein Target.....	8
2.6 Dua Model Penambatan Molekul.....	11
4.1 Struktur Protein Target.....	18
4.2 Struktur Protein Target setelah di preparasi	20
4.3 Hasil Preparasi Ligan	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Penambatan Molekul	52
2. Hasil Visualisasi 2D.	61

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia. (2017). Aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat daun sembung (*Blumea balsamifera* (L.) dc.) terhadap pertumbuhan bakteri Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Daun Sembung (Blumea Balsamifera (L.) Dc.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Methicillin Resistant Staphylococcus Aureus (MRSA)*, 387–391.
- Anderl, J. N., & Franklin, M. J. (2023). *Role of Antibiotic Penetration Limitation in Klebsiella pneumoniae Biofilm Resistance to Ampicillin and Ciprofloxacin*. 44(7), 1818–1824.
- Arciola, C. R., Campoccia, D., Ravaoli, S., & Montanaro, L. (2015). Polysaccharide intercellular adhesin in biofilm: Structural and regulatory aspects. In *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* (Vol. 5, Number FEB). Frontiers Research Foundation. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2015.00007>
- Astuti, S. D., Puspasari, R. F., & Pertiwi, W. I. (2020). *Efek Fotodinamik Laser Dioda Merah Dengan Eksogen Metilen Biru Pada Biofilm Staphylococcus aureus*. 22(1).
- Ayuningrum, M. (2021). *Studi in silico potensi antivirus senyawa limonoid tanaman mimba (Azadirachta indica A. Juss.) terhadap reseptor RdRp SARS-CoV-2 (7BV2)*.
- Azanaw, J., Malede, A., Yalew, H. F., & Worede, E. A. (2024). Determinants of diarrhoeal diseases among under-five children in Africa (2013–2023): a comprehensive systematic review highlighting geographic variances, socioeconomic influences, and environmental factors. *BMC Public Health*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19962-0>
- Davis, I. W., Raha, K., Head, M. S., & Baker, D. (2022). Blind docking of pharmaceutically relevant compounds using RosettaLigand. *Protein Science*, 18(9), 1998–2002. <https://doi.org/10.1002/pro.192>
- Dhanik, A., McMurray, J. S., & Kavraki, L. E. (2017). DINC: A new AutoDock-based protocol for docking large ligands. *BMC Structural Biology*, 13(SUPPL.1). <https://doi.org/10.1186/1472-6807-13-S1-S11>
- Dinata, D. I., Peni1, M. I., Asnawi1, A., Ligan, I., Receptor, A., Ii, B., & Pegagan, D. E. (2023). Identification of Angiotensin Receptor Blocker II Ligands From Gotu Kola (*Centella asiatica* L.) Extract: an In Silico Study. In *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology Journal Homepage* (Vol. 5, Number 2). <http://jurnal.unpad.ac.id/ijpst/>
- Fardhani, A. M., Mery Mirza, D., & Sulistyowati, E. (2024). *Simulasi Molecular Docking Aktivitas Antiinflamasi Rimpang Zingiber Officinale var. amarum pada Mediator Inflamasi PGD2 dan TXA2 pada Osteoarthritis*. <http://www.swissadme.ch/>
- Fitria. (2018). *Aktivitas Bakterisidal dan Antibiofilm Batang*. 18, 42–55. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol18.iss1.art5>
- Fitrian. (2018). *Aktivitas Bakterisidal dan Antibiofilm Batang*. 18, 42–55. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol18.iss1.art5>
- Flemming, H., Wingender, J., Szewzyk, U., Steinberg, P., & Rice, S. A. (2016). TH RE Biofilms : an emergent form of bacterial life. *Nature Publishing Group*, 14(9), 563–575. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.94>
- Heriyati, Khotimah, S., & Wardoyo, E. R. P. (2016). Aktivitas Antibakteri Fraksi Diklorometan dan N-Heksana Paku Sisik Naga (*Drymoglossum piloselloides* (L) Presl.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi*. *Jurnal*

- Protophiont*, 5(3), 82–88.
- Ii, B. A. B., & Pustaka, A. T. (2022). Savila, N.P.I., 2022. *Campuran Infusa Kentang (Solanum tuberosum L.), infusa kacang kedelai (Glycine max (L.) Merrill) dan ekstrak ragi sebagai media alternatif pertumbuhan Escherichia coli (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta)*. (2005), 10–35.
- Jacoeb, A. M., Nurjanah, & Lingga, L. A. B. (2012). Karakteristik protein dan asam amino daging rajungan (*Portunus pelagicus*) akibat pengukusan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15 (2), 156–163.
- Indritay, S., Karlina, N., Hidayati, N. R., Firmansyah, D., Senja, R. Y., & Zahiyah, Y. (2022). *Ektrak etanol herba kemangi terhadap bakteri Staphylococcus aureus formulation and activity test of deodorant spray aureus*. 7(4), 973–982.
- Joshi. (2020). *In silico screening of natural compounds against COVID-19 by targeting Mpro and ACE2 using molecular docking*. <https://www.rcsb.org>
- Khaleghian, M., Sahrayi, H., Hafezi, Y., Mirshafeeyan, M., & Salehi, Z. (2023). *In silico Desain dan studi mekanistik kurkumin yang dienkapsulasi niosom terhadap Staphylococcus aureus biofilm*. (November), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1277533>
- Kurniawan, A., Dan Tukiran, S., Kimia, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2021). Review: Potensi ekstrak kayu (*Caesalpinia sappan* L.) sebagai antidiabetes mellitus a review: *the potensial of extract secang (Caesalpinia sappan L.) as antidiabetic mellitus*. In *UNESA Journal of Chemistry* (Vol. 10, Number 3).
- Liuwan, H. &. (2019). *Peran Biofilm terhadap Infeksi Saluran Genital yang disebabkan oleh Vaginosis Bakterial (The Role of Biofilm in Genital Tract Infection Caused by Bacterial Vaginosis)*. 150–158.
- Mauldy, A., Putri, H., Dwi Mulyana, S., Eka, R., Aini, F. N., Syafi'in, N. P., Aulia, N., Mahmudah, L., Ats-Tsaqiifah, N. J., Program, 1, Farmasi, S., Kesehatan, I., & Lamongan, U. M. (2025). Studi In Silico Nanopartikel Perak dengan Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia*) sebagai Antibakteri In Silico Study of Nanoparticles with Lime (*Citrus aurantiifolia*) as an Antibacterial. In *Jurnal Farmasi Tinctura* (Vol. 6, Number 2).
- Mulyana, S. D., Sari, R., & Rijal, A. S. (2024a). Green Synthesis of Silver Nanoparticles with Bioreductant from Lime Juice Powder (*Citrus aurantifolia*): Effect of Concentration and pH. *Indonesian Journal of Chemistry*, 24(5), 1445–1455. <https://doi.org/10.22146/IJC.95283>
- Mulyana, S. D., Sari, R., & Rijal, A. S. (2024b). Green Synthesis of Silver Nanoparticles with Bioreductant from Lime Juice Powder (*Citrus aurantifolia*): Effect of Concentration and pH. *Indonesian Journal of Chemistry*, 24(5), 1445–1455. <https://doi.org/10.22146/IJC.95283>
- Peng, D., Chen, A., Shi, B., Min, X., Zhang, T., Dong, Z., Yang, H., Chen, X., Tian, Y., & Chen, Z. (2018). Preliminary study on the effect of Brazilin on biofilms of *Staphylococcus aureus*. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 16(3), 2108–2118. <https://doi.org/10.3892/etm.2018.6403>
- Pietrocola, G., Campoccia, D., Motta, C., Montanaro, L., Arciola, C. R., & Speziale, P. (2022). *Colonization and Infection of Indwelling Medical Devices by Staphylococcus aureus with an Emphasis on Orthopedic Implants*.
- Pitaloka, A. D., Nurhijriah, C. Y., Musyaffa, H. A., & Azzahra, A. M. (2023). *Indonesian Journal of Biological Pharmacy Molecular Docking of Chemical Constituents of Dayak Onion (Eleutherine palmifolia (L.) Merr) towards VHR Receptors as Candidates for Cervical Anticancer Drugs*. <https://www>.

- Putri. (2024). *Studi Molecular Docking Senyawa Kimia dari Herba Putri Malu (Mimosa pudica) Terhadap Inhibisi Enzim A-Glukosidase Sebagai Antidiabetes Melitus A Study Of The Molecular Docking of Chemical Compounds From The Mimosa Herb (Mimosa pudica) on The α -Glucos.* 3(4).
- Putri, T. Z. A. D., Findrayani, R. P., Isrul, M., & Lolok, N. (2024). Studi Molecular Docking Senyawa Kimia Dari Herba Putri Malu (*Mimosa pudica*) Terhadap Inhibisi Enzim A-Glukosidase Sebagai Antidiabetes Melitus. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 3(4), 225–233. <https://doi.org/10.54883/jpmw.v3i4.104>
- Rabin, N., Zheng, Y., Opoku-temeng, C., Du, Y., & Bonsu, E. (2015). *Medicinal Chemistry*. 8919. <https://doi.org/10.4155/fmc.15.6>
- Rachmawati, Y., Zuhroh, N., Studi Teknologi Rekayasa Pangan, P., Teknologi Pertanian, J., & Negeri Jember, P. (2026). Studi Molecular Docking Interaksi Myosin dan Polisakarida untuk Prediksi Sifat Gel Protein Udang. *JOFE : Journal of Food Engineering | E-ISSN*, 5(1), 9–18. <https://doi.org/10.25047/jofe.v5i1.6496>
- Reis, S., Klein, B., Machado, Q., Duarte, I., Luísa, A., Genro, G., Freitas, D. De, Janner, J., Smaniotto, J., José, A., Fronza, D., Both, V., & Wagner, R. (2020). Chemical composition and oxidative stability of eleven pecan cultivars produced in southern Brazil. *Food Research International*, 136(August), 109596. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109596>
- Rusdi. (2022). *Efek Ekstrak Kayu Secang , Vitamin E dan dan vitamin C terhadap Status Antioksidan Total (SAT) Pada Mencit yang terpapar Aflatoksin.* 66–68.
- Salmaso, V., & Moro, S. (2018). Bridging molecular docking to molecular dynamics in exploring ligand-protein recognition process: An overview. In *Frontiers in Pharmacology* (Vol. 9, Number AUG). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00923>
- Selatan, S. (2022). *SECANG (Caesalpinia sappan L .) : TUMBUHAN HERBAL KAYA ANTIOKSIDAN.* 57–68.
- Setianah, H., Nugraheni, I. A., & Wibowo, D. S. (2021). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit Asal Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *JHeS (Journal of Health Studies)*, 5(1), 50–61. <https://doi.org/10.31101/jhes.1485>
- Speziale, P., & Pietrocola, G. (2020). *The Multivalent Role of Fibronectin-Binding Proteins A and B (FnBPA and FnBPB) of Staphylococcus aureus in Host Infections.* 11(August), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.02054>
- Sulfiana. (2023). Uji aktivitas antioksidan dan sitotoksitas campuran ekstrak metanol kayu (*Caesalpinia sappan* L .) Dan kulit kayu (*Cinnamomum burmannii* B .). 3(2).
- Surjono. (2019). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) terhadap *Staphylococcus aureus* DAN *Shigella dysenteriae* serta bioautografinya skripsi SERTA BIOAUTOGRAFINYA SKRIPSI.
- Tarigan, J., Putri, M., & Sitompul, O. (2025). *RESEARCH ARTICLE ICU dan non-ICU MRSA : Kejadian dan Faktor Risiko di Rumah Sakit Tersier.* 11(1), 19–23.
- Wang, X., Li, M., Shi, T., Monto, A. R., Yuan, L., Jin, W., & Gao, R. (2024). Enhancement of the gelling properties of *Aristichthys nobilis*: Insights into intermolecular interactions between okra polysaccharide and myofibrillar protein. *Current Research in Food Science*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100814>
- WHO. (2020). *World Health Organization. Antimicrobial resistance: global report on surveillance 2020.* Geneva: World Health Organization; 2020. (May).
- Wolska, K. I., Grudniak, A. M., Rudnicka, Z., & Markowska, K. (2016). *Genetic control of bacterial biofilms.* 225–238. <https://doi.org/10.1007/s13353-015-0309->

Zhu, Z., Hu, Z., Li, S., Fang, R., & Ono, H. K. (2024). *Molecular Characteristics and Pathogenicity of Staphylococcus aureus Exotoxins*.