

Aktivitas Antimikroba Ekstrak Infusa Daun Bakau *Rhizophora Sp.* Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*.

Rahmawati Nur Annisa*

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Palopo Jln. Jenderal Sudirman Km. 3, Binturu Kota Palopo, Sulawesi Selatan, 0471-327429/327429

*e-mail korespondensi: rahmawati_nurannisa@umpalopo.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 14 November 2023
Disetujui : 10 Desember 2023
Terbit Online : 13 Desember 2023

Key Words:

Infuse extract,
Infection,
Mangrove,
Rhizophora sp.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the potential antimicrobial activity of Rhizophora sp. mangrove leaf infuse extract against Staphylococcus aureus bacteria. S. aureus is a pathogen often associated with human infections, and this research sought to uncover the leaf extract's ability to inhibit the growth of this bacterium. The research method involved the collection of Rhizophora sp. mangrove leaves and the preparation of infuse extract. Subsequently, antimicrobial activity testing was conducted using the disc diffusion method. The research findings showed that the mangrove leaf infuse extract had the capability to create growth inhibition zones in S. aureus cultures, indicating significant antimicrobial activity. The strong range of inhibition zone diameters at a concentration of 100% was 20.41 mm, at 80% concentration was 20.25 mm, and at 60% concentration was 19.33 mm

PENDAHULUAN

Infeksi merupakan salah satu penyakit penyebab kematian terbesar di dunia. Penyakit infeksi ini pada umumnya disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, virus, fungi dan parasit lainnya. Ancaman mikroorganisme baru yang tak terduga menjadi sorotan yaitu Infeksi rumah sakit yang disebabkan oleh mikroorganisme multiresisten akibat penggunaan antibiotik yang berlebihan dan pertukaran materi genetik antara mikroorganisme menimbulkan masalah besar bagi pasien dan petugas Kesehatan ([Verhoef et. al. 2019](#)).

Staphylococcus aureus merupakan bakteri patogen oportunistik yang dapat terdapat pada kulit dan mukosa di beberapa organ manusia. *S. aureus* merupakan salah satu bakteri yang menjadi penyebab penyakit infeksi. Infeksi yang timbul akibat *S. aureus* dapat sangat berisiko hingga berpotensi kematian karena adanya pola resistensi antimikroba yang dimilikinya. *Staphylococcus aureus* resisten metisilin (MRSA) merupakan pemicu berbagai penyakit pada manusia, mulai dari infeksi kulit hingga kondisi serius seperti pneumonia, infeksi jaringan lunak regeneratif, masalah pada katup jantung, dan septicemia. ([Mutmainnah et. al. 2020](#)). Pada tahun 2019, *S. aureus*, bersama dengan *Escherichia coli*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Pseudomonas aeruginosa*, menyumbang sebanyak 30,9% dari 7,7 juta kematian akibat infeksi secara global

([Kuta et al., 2019](#)). MRSA merupakan penyebab kematian paling umum yang terkait dengan infeksi yang resisten terhadap antimikroba di 27 negara pada tahun 2019; di 47 negara lainnya, MRSA menempati posisi kedua setelah *E. coli* yang resisten terhadap aminopenisilin ([Mestrovic et. al. 2022](#)). Oleh karena itu, pencarian pengobatan alternatif yang efektif terhadap infeksi bakteri ini telah menjadi suatu kebutuhan mendesak.

Ekstrak dari sumber alam, seperti tumbuhan, telah menjadi objek penelitian dalam upaya menemukan senyawa-senyawa antimikroba yang dapat digunakan sebagai alternatif terapi. Senyawa-senyawa alami atau herbal, baik dalam bentuk murni maupun ekstrak, memiliki potensi sebagai sumber obat karena mengandung berbagai senyawa kimia yang beragam. Zat aktif dalam tanaman tersebut memiliki sifat bakteriostatik, yang dapat digunakan sebagai sumber pengobatan alternatif dalam peran antibakteri ([Muslim et. al. 2020](#)). Mangrove atau bakau alah satu tanaman yang tumbuh dengan cepat di hutan tropis, belum banyak dimanfaatkan, dan memiliki potensi zat bioaktif yang bernilai medis ([Latief et. al. 2015](#)). Bakau diketahui mengandung senyawa bioaktif yang dapat diaplikasikan sebagai ramuan herbal untuk menyembuhkan berbagai gangguan biologis, termasuk sebagai antioksidan, antitumor, antiinflamasi, antialergi, antimikroba, anti-penuaan, antikolinergik, antikonvulsan,

antiaterosklerotik, dan anti-tuberkulosis ([Amirullah et. al, 2022](#)).

Penelitian-penelitian sebelumnya telah mencatat bahwa ekstrak daun bakau dapat menghambat pertumbuhan bakteri, termasuk *S. aureus* ([Ernawati and Hasmila, 2015](#); [Rahayu et. al 2019](#)). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *Rhizopora sp.* memiliki banyak manfaat seperti anti bakteri, antivirus dan anti-fungi. Penelitian mengenai ekstrak batang *Rhizophora mucronata* memperlihatkan sifat antibakteri terhadap *E. coli*, *S. typhi*, *S. aureus* dan *Pseudomonas* ([Ernawati and Hasmila, 2015](#)). Hasil penelitian [Rahayu et. al \(2019\)](#) menunjukkan ekstrak akar, batang dan daun mangrove *R. apiculata* mempunyai aktivitas antibakteri terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus*.

Mempelajari aktivitas antimikroba dari ekstrak rebusan daun bakau *Rhizopora sp.* terhadap bakteri *S. aureus* memiliki dampak penting dalam usaha pengembangan terapi alternatif untuk mengatasi infeksi yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. Hasil penelitian yang positif dapat mengarah pada pengembangan produk alami yang efektif dan berpotensi untuk mengatasi masalah resistensi antibiotik yang semakin berkembang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk lebih memahami potensi antimikroba ekstrak daun bakau *Rhizopora sp.* terhadap bakteri *S. aureus* sebagai upaya untuk mengeksplorasi potensi pengobatan alternatif dalam menghadapi patogen mikroba yang semakin resisten.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2023. Sampel daun bakau *Rhizopora sp.* diambil di wilayah pesisir Kec. Wara Selatan Kota Palopo kemudian analisis antimikroba dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi, Prodi Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Palopo.

Prosedur Penelitian

1. Pengambilan Sampel daun Bakau dan Preparasi Sampel

Sampel daun bakau *Rhizopora sp.* di peroleh di kawasan pesisir Kec. Wara Selatan kota Palopo. Ambil daun secukupnya dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis. Sampel daun yang ditimbang sebanyak 100 gram kemudian dicuci bersih menggunakan air mengalir. Setelah dicuci sampel kemudian dirajang kecil-kecil.

2. Pembuatan Ekstrak Infusa Daun Bakau *Rhizopora sp.*

Sampel daun bakau direbus dengan 200 ml akuades steril pada suhu 90°C hingga tersisa volume akuades sebanyak 100 ml. Selanjutnya air rebusan (infusa) didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring. Ekstrak infusa daun bakau kemudian di buat dalam 3 konsentrasi yaitu 60%, 80% dan 100%.

3. Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Infusa Daun Bakau *Rhizopora sp.*

Peremajaan Bakteri Uji. Bakteri *S. aureus* yang berasal dari biakan murninya diambil sebanyak 1 ose kemudian ditumbuhkan atau diinokulasikan dengan cara digores pada medium Nutrient Agar (NA) miring. Kultur bakteri pada masing-masing agar miring diinkubasi pada suhu 37 C selama 24 jam.

Pembuatan Suspensi Bakteri Uji. Bakteri *S. aureus* OD600nm =1 (10^8 CFU mL⁻¹) hasil peremajaan disuspensi kedalam media Nutrient Broth.

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi agar. Persiapkan cawan Petri yang mengandung 20 ml media nutrien agar (NA). Ambil 0,2 ml suspensi bakteri *S. aureus* yang akan diuji, dan sebarkan secara merata ke permukaan media NA menggunakan metode spread plate. Biarkan permukaan agar mengering dengan sendirinya. Selanjutnya, secara aseptik, letakkan 1 disk antibiotik (yang mengandung penisilin/ampisilin) dan 3 disk yang kosong (mengandung masing-masing konsentrasi 60%, 80% dan 100% ekstrak sebanyak 20 µl), serta 1 disk kosong sebagai kontrol negatif (yang hanya mengandung pelarut) di atas media NA. Pastikan setiap paperdisk ditempatkan dengan jarak tertentu dan teratur untuk mencegah adanya tumpang tindih antara zona hambatan yang terbentuk. Beri label pada bagian bawah cawan Petri dengan benar, kemudian inkubasikan selama 24 jam pada suhu 37°C. Selama inkubasi, perhatikan adanya zona yang tampak keruh dan zona yang tampak jernih di setiap cawan Petri. Lakukan pengamatan pertumbuhan bakteri dan ukur diameter zona jernih yang terbentuk di sekitar paper disk menggunakan jangka sorong atau penggaris.

Analisis Data

Analisis data secara statistik menggunakan uji ONE WAY ANOVA dengan posthoc TUKEY dengan menggunakan aplikasi SPSS dan analisis data secara dekskriptif dengan melihat dan mengukur diameter zona bening yang terbentuk dan diklasifikasikan kemampuan aktivitas hambatannya berdasarkan Tabel 1. ([Alfath et al., 2013](#)).

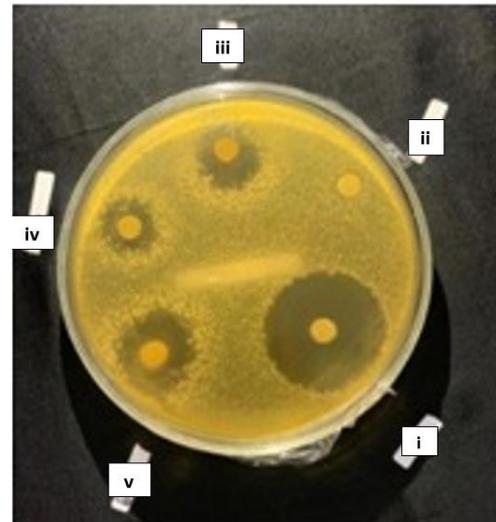
Tabel 1. Klasifikasi respon daya hambat pertumbuhan bakteri

Diameter Zona Bening	Respon Hambatan Pertumbuhan
>20 mm	Kuat
16 –20 mm	Sedang
10 –15 mm	Lemah
<10 mm	Tidak ada

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis statistik data menggunakan uji ONE WAY ANOVA menunjukkan signifikansi, seperti terbukti dengan nilai signifikansi untuk setiap konsentrasi perlakuan sebesar .000, yang lebih kecil dari nilai α (0.05) (Tabel 2). Hasil uji Post Hoc TUKEY pada Tabel 3 menunjukkan bahwa ketiga kelompok perlakuan dengan variasi konsentrasi memiliki pengaruh yang nyata terhadap kelompok Kontrol Negatif dan Kontrol Positif. Namun, uji Post Hoc TUKEY untuk ketiga kelompok perlakuan 60%, 80%, dan 100%

menunjukkan tidak adanya pengaruh yang signifikan (tidak signifikan) (Tabel 3). Hal ini dapat dilihat dari perbedaan yang tidak begitu besar dalam diameter zona hambat. Pengukuran rata-rata diameter zona hambat terhadap pertumbuhan *S. aureus* pada tiga konsentrasi berbeda (60%, 80%, dan 100%) menunjukkan bahwa ekstrak tersebut menunjukkan aktivitas antimikroba yang jelas, terindikasi oleh pembentukan zona inhibisi atau zona bening dengan diameter yang signifikan, sebagaimana terlihat dalam Gambar 1.



Gambar 2. Hasil Pengamatan uji aktivitas antimikroba ekstrak infusa bakau *Rhizopora sp.* terhadap *S. aureus* setelah inkubasi 1x24 Jam pada suhu 37° C : (i) Kontrol + (ii) Kkontrol - (iii) konsentrasi ekstrak 60% (iv) konsentrasi ekstrak 80% (v) konsentrasi ekstrak 100%

Tabel 2. Hasil Uji ANOVA Setiap Perlakuan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1542.308	4	385.577	46.525	.000
Within Groups	82.875	10	8.288		
Total	1625.183	14			

Tabel 3. Hasil Uji Post Hoc TUKEY Setiap Perlakuan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
KN	3	.0000		
F1	3		19.3333	
F2	3		20.2500	
F3	3		20.4167	
KP	3			31.3333
Sig.		1.000	.989	1.000

Keterangan: KN= Kontrol Negatif KP= Kontrol Positif
 F1= Konsentrasi 60% F2= Konsentrasi 80% F3= Konsentrasi 100%

Hasil uji aktivitas antimikroba ekstrak infusa daun bakau *Rhizopora sp.* terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* pada Gambar 1 memperlihatkan adanya zona bening yang

terbentuk pada semua konsentrasi ekstrak yakni 60%, 80% dan 100%, dimana zona bening yang terbesar dapat dilihat pada konsentrasi 100%. Terbentuknya zona bening ini menandakan

adanya aktivitas antimikroba dari ekstrak terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Zona bening juga terbentuk pada Kontrol + dimana senyawa kontrol yang digunakan yaitu senyawa antibiotik ampisilin. Ampisilin adalah salah satu antibiotik dari kelompok penisilin yang

digunakan untuk mengobati infeksi bakteri ([Sundari, 2022](#)). Pada kelompok kontrol negatif, tidak terbentuk zona bening karena yang digunakan hanya pelarut berupa air steril. Informasi mengenai diameter zona hambatan yang terbentuk dapat ditemukan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran diameter zona hambat ekstrak infusa daun mangrove *Rhizophora sp.* terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*

Seri Konsentrasi Ekstrak (%)	Luas Zona Hambat (mm)			Rata-rata diameter zona Hambat (mm) ± SD	Respon Hambatan
	Pengulangan				
	1	2	3		
60	19.25	22	16.75	19.33 ± 2.62599	Sedang
80	24.75	16	20	20.25 ± 4.38035	Kuat
100	19	19.25	23	20.41 ± 2.24072	Kuat
Kontrol +	30	35	29	31.33 ± 3.21455	Kuat
Kontrol -	-	-	-	-	-

Tabel 4 terlihat bahwa diameter zona hambat dari ekstrak bervariasi, dengan konsentrasi ekstrak sebanyak 100% menunjukkan diameter zona hambat yang lebih besar, yakni 20.41 mm, dibandingkan dengan konsentrasi ekstrak 80% dan 60%, yang memiliki masing-masing diameter zona hambat 20.25 mm dan 19.33 mm. Klasifikasi respon zona hambat dapat dilakukan dengan mengacu pada tabel klasifikasi respon zona hambat menurut [Alfath et al. \(2013\)](#). Hasil menunjukkan bahwa daya hambat dari konsentrasi 100% dan 80% dapat dikategorikan sebagai kuat, sementara respon hambatan pada konsentrasi 60% dikategorikan sebagai sedang. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [Karga, T & Venkatesan, A. \(2023\)](#), yang melaporkan diameter zona hambat pada ekstrak daun *R. apiculata* terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* berkisar antara 21.5-18.12 mm, dan zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa* sekitar 19.5-18.37 mm. [Rajeswari et al. \(2017\)](#) juga melaporkan aktivitas antibakteri dari ekstrak *Rhizophora mucronata* terhadap *S. aureus* dan *Shigella flexneri* pada berbagai konsentrasi.

Zona hambat yang muncul menunjukkan bahwa ekstrak infusa daun *Rhizophora sp.* mengandung senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai agen antimikroba. Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa ekstrak daun dan akar dari *R. apiculata* mengandung fenol, saponin, tannin, flavonoid, steroid, dan terpenoid ([Karga, T & Venkatesan, A. 2023](#); [Akasia et al. 2021](#)). Sementara pada mangrove *R. mucronata*, terdapat kandungan fenol, alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan triterpenoid ([Akasia et al. 2021](#); [Egra et al. 2019](#); [Setyawan et al. 2019](#)).

Senyawa-senyawa ini merupakan produk dari metabolisme sekunder dan dilaporkan memiliki sifat antimikroba. Terpenoid adalah jenis senyawa dengan struktur besar yang berasal dari unit isoprena (C5). Saponin termasuk dalam kelompok senyawa glikosida yang memiliki aktivitas bioaktif. Flavonoid, yang terdapat dalam kandungan, berperan sebagai agen antimikroba dan antivirus dalam konteks pengobatan tradisional ([Agustini et al. 2022](#)). Tanin, sebagai senyawa bioaktif, termasuk dalam kategori polifenol dan berfungsi sebagai pertahanan terhadap mikroorganisme ([Anggraito et al. 2018](#)). Berdasarkan penelitian [Rosyidah et al. \(2010\)](#), pertumbuhan bakteri dapat terhambat atau bahkan menyebabkan kematian bakteri karena adanya penghambatan terhadap sintesis protein. Senyawa tanin, dengan mekanisme terakumulasi, dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan mengakibatkan perubahan pada komponen-komponen penyusun sel bakteri itu sendiri karena terjadi penghambatan terhadap sintesis protein.

Terpen dan terpenoid dalam tumbuhan menghasilkan minyak atsiri dan berfungsi sebagai agen antiseptik, antimikroba, serta antibiotik ([Heliawati. 2018](#)). Ekstrak polyisoprenoid dari mangrove menunjukkan hasil positif dengan terbentuknya zona hambat terhadap *S. aureus* ([Sumardi dan Wati, 2018](#)). Steroid, sebagai kelompok senyawa metabolit sekunder yang memiliki struktur terdiri dari 17 karbon dan berasal dari triterpen secara biogenetik. Flavonoid memiliki peran sebagai regulator pertumbuhan, pengatur proses fotosintesis, serta zat antimikroba dan antivirus ([Endarini, 2016](#)).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga konsentrasi ekstrak infusa daun bakau *Rhizophora* sp. memiliki aktivitas antimikroba kategori kuat terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan diameter zona hambat dari ketiga ekstrak tersebut berturut-turut yaitu pada konsentrasi 100% sebesar 20.41 mm, konsentrasi 80% sebesar 20.25 mm dan pada konsentrasi 60% sebesar 19.33 mm. Zona hambat ini menunjukkan bahwa ekstrak infusa daun bakau memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan *S. aureus*, yang merupakan sifat yang sangat diinginkan dalam upaya penemuan senyawa aktif baru, pengembangan kandidat obat dan pemantauan resistensi obat

DAFTAR PUSTAKA

- Alfath, C.R., Yulina, and Sunnati. 2013. Antibacterial Effect of Granati Fructus Cortex Extract on *Streptococcus mutans* Invitro. *Aceh: Journal of Dentistry Indonesia* 2013, 2(1): 5-8.
- Agustini, N. L. P., Apriyanthi, D. P. R. V., & Laksmi, A. S. (2022). Potency of Kaliasem Bark (*Syzygium polychepalum*) Extract as Antibacterial Agent for *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1): 12-22.
- Akasia AI., Putra IDWNN and Putra INY., 2021. Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* yang Dikoleksi dari Kawasan Mangrove Desa Tuban, Bali. *JMRT*. 4(1): 16-22.
- Amirullah, Nasruddin K.H, Karim M., Nurhikmawati, Mangarengi Y, Wahid S. 2022. Uji Sensitivitas Daun Mangrove terhadap Bakteri *Escherichia Coli* dengan Metode Kirby Bauer Disc. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*. 2(5): 297-305.
- Anggraito Y. U., Susanti. R., Iswari, R. S, Yuniastuti, A., Lisdiana, Nugrahaningsih, W. H., Habibah, N. A., Bintari, S. H. 2018. Metabolit sekunder dari tanaman. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Egra, S., Mardhiana, M., Rofin, M., Adiwena, M., Jannah, N., Kuspradini, H., & Mitsunaga, T., 2019. Aktivitas Antimikroba Ekstrak Bakau (*Rhizophora mucronata*) dalam Menghambat Pertumbuhan *Ralstonia Solanacearum* Penyebab Penyakit Layu. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 12(1): 26-31.
- Endarini, L. H. 2016. Farmakognisi dan Fitokimia. Jakarta: Pusdik SDM Kesehatan.
- Ernawati, Hasmila I., 2015. Uji Fitokimia Dan Aktifitas Antibakteri Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Daun Mangrove (*Rhizophora mucronata*). *Jurnal Bionature*. 16(2): 98-102.
- Heliawati, L. 2018. Kimia Organik Bahan Alam. Bogor: Universitas Pakuan Bogor.
- Karga, T. and Venkatesan A., 2023. Phytochemical Analysis of *Rhizophora apiculata* Leaf and Root Extract and Its Inhibitory Action against *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*. *Indian Journal of Natural Sciences*. 14(79).
- Kuta, K.S., Swetschinski, L.R., Aguilar, G.R., Sharara, F., Mestrovic, T., Gray, A.P., Weaver, N.D., Wool, E., Han, C., Hayoon, A.G., et al. Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *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).
- Latief, M., Nazarudin, and Nelson. 2015. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Dan Buah Prepat (*Sonneratia alba*) Asal Tanjung Jabung Timur Propinsi Jambi. In SEMIRATA 2015 bidang MIPA BKS-PTN Barat Universitas Tanjungpura, Pontianak (pp. 171–179).
- Mestrovic, T., Aguilar, GR., Swetschinski LR., Ikuta KS., Gray AP., Weaver ND., Han C., Wool E., Hayoon A.G., Hay, S., et al., 2022. The burden of bacterial antimicrobial resistance in the WHO European region in 2019: A cross-country systematic analysis. *Lancet Public Health*. 7, 897–913.
- Muslim, Z., Mahardika R.P., Welkriana P.W., 2020. Antibiotic Sensitivity Of Acute Respiratory Infectionpatients In Bhayangkara Hospital Bengkulu Sanitas: *Jurnal Teknologi Dan Seni Kesehatan* 11 (1): 31 - 40
- Mutmainnah, BQ., Baktir and A., Ni'matuzahroh., 2020. Characteristics of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (mrsa) and methicillin sensitive *Staphylococcus aureus* (mssa) and their inhibitory response by ethanol extract of *Abrus precatorius*. *BIODIVERSITAS* 21(9): 4076-4085). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210919>
- Rahayu S., Rozirwan, and Purwiyanto AIS., 2019. Daya hambat senyawa bioaktif pada mangrove *Rhizophora Sp.* sebagai antibakteri dari perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*. 21(3): 151-162.

-
- Rajeswari K, Rao TB, Sharma GVR and Krishna RM., 2017. Antimicrobial Activities of Extracts of Some Species of Mangrove Plants and a New Compound Isolated Towards some Selected Strains. *Oriental Journal of Chemistry*. 33(2): 1011-1016.
- Rosyidah, K, S.A. Nurmuhaimina, N. Komari, M.D. Astuti. 2010. Aktivitas Antibakteri Fraksi Saponin dari Kulit Batang Tumbuhan Kasturi (*Mangifera casturi*). *ALCHEMY*. 1(2), 53 – 103.
- Tarman, K., Prestisia, H.N., Setyaningsih, I., Meydia, Yogiara, dan Hwang, J.K. 2012. Kandungan Komponen Bioaktif Dan Aktivitas Antimikrob Ekstrak Bintang Laut (*Culcita schmideliana*). *JPHPI*.15(3): 207-215.
- Setyawan, A. D., Ragavan P., Basyuni M., & Sarno S., 2019. *Rhizophora mucronata* as source of foods and medicines. *Bonorowo wetlands*. 9(1): 42-55.
- Sumardi B.M & Wati R., 2018. Antimicrobial activity of polyisoprenoids of sixteen mangrove species from North Sumatra, Indonesia. *BIODIVERSITAS*. 19(4): 1243-1248.
- Sundari, ER., 2022. Alternatif Penggunaan Kertas Saring Sebagai Pengganti Kertas Cakram Pada Uji Resistensi Bakteri *Aeromonas* Sp. Terhadap Ampisilin Dan Kloramfenikol. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Sains dan Teknologi*. Vol 2(1): 23-27.
- Verhoef, J., van Kessel, K., and Snippe, H., 2019. Immune Response in Human Pathology: Infections Caused by Bacteria, Viruses, Fungi, and Parasites. Nijkamp and Parnham's Principles of Immunopharmacology, 165–178. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10811-3_10