



EFEKTIVITAS EKSTRAK ALGA Coklat *Padina australis* DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN *Bacillus cereus* dan *Escherichia coli*

Sriyati Sampulawa¹, Asmi Ode^{2*}, Fauzia Hulopi³, Wa Nirmala⁴, Farida Bahalwan⁵, Siti Darmawati⁶

^{1,2,4,5,6}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Darussalam Ambon, Indonesia

³Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Darussalam Ambon, Indonesia

*Email: asmi@unidar.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.13225>

Submit: 03-12-2024; Revised: 28-12-2024; Accepted: 30-12-2024; Published: 30-12-2024

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak alga coklat *Padina australis* dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dan *Escherichia coli*. Sampel diambil dari perairan Pulau Osi Seram Bagian Barat Provinsi Maluku sebanyak 1 kg, Sampel kemudian dikeringkan dengan metode sundrying. Sampel yang telah kering kemudian dilakukan perendaman selama 24 jam dan diekstraksi. Hasil ekstrak kemudian dilakukan uji fitokimia dan uji aktifitas antibakteri yang dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Universitas Pattimura Ambon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Ekstrak alga coklat *Padina australis* memiliki kandungan metabolit sekunder berupa senyawa flavonoid, terpenoid, steroid, saponin dan alkaloid; (2) Kombinasi dari berbagai senyawa ini memberikan efek sinergis yang dapat meningkatkan efektivitas antimikroba dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dan *Escherichia coli*; (3) Konsentrasi hambat minimum (KHM) ekstrak alga *Padina australis* memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghambat bakteri uji. KHM bakteri *Bacillus cereus* pada konsentrasi 10% zona hambat sebesar 7 mm dan KHM bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi 60% dengan zona hambat sebesar 11 mm.

Kata kunci: antibakteri, *Padina australis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*.

ABSTRACT: This study aims to determine the effectiveness of the brown algae extract *Padina australis* in inhibiting the growth of *Bacillus cereus* and *Escherichia coli* bacteria. Samples were taken from the waters of Osi Island, West Seram, Maluku Province as much as 1 kg, the sample was then dried using the sundrying method. The dried sample was then soaked for 24 hours and extracted. The extract results were then tested for phytochemicals and antibacterial activity tests carried out in the Microbiology Laboratory of Pattimura University, Ambon. The results showed that (1) The brown algae extract *Padina australis* contains secondary metabolites in the form of flavonoids, terpenoids, steroids, saponins and alkaloids; (2) The combination of these various compounds provides a synergistic effect that can increase the effectiveness of antimicrobials in inhibiting the growth of *Bacillus cereus* and *Escherichia coli* bacteria; (3) The minimum inhibitory concentration (MIC) of *Padina australis* algae extract has different abilities in inhibiting test bacteria. The MIC of *Bacillus cereus* bacteria at a concentration of 10% has an inhibition zone of 7 mm and the MIC of *Escherichia coli* bacteria at a concentration of 60% has an inhibition zone of 11 mm.

Keywords: antibacterial, *Padina australis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*.

How to Cite: Sampulawa, S., Ode, A., Hulopi, F., Nirmala, W., Bahalwan, F., & Darmawati, S. (2024). Efektivitas Ekstrak Alga Coklat *Padina australis* dalam Menghambat Pertumbuhan *Bacillus cereus* dan *Escherichia coli*. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(2), 2773-2781. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.13225>



Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/bioscientist>

2773



PENDAHULUAN

Maluku adalah wilayah kepulauan dengan karakteristik geografis yang khas dan menarik. Kepulauan ini dikelilingi oleh lautan, memiliki pantai berpasir dan berbatu. Kondisi geografis ini menciptakan lingkungan perairan yang sangat kaya akan keanekaragaman hayati laut. Di perairan Maluku, berbagai jenis hewan dan tumbuhan laut hidup dan berkembang, termasuk alga, lamun, berbagai jenis ikan, serta biota laut lainnya. Keanekaragaman alga di perairan Maluku sangat tinggi dan mudah ditemukan di sepanjang pesisir pantai. Potensi ini menjadikan alga sebagai objek kajian dan penelitian yang sangat menarik dan bermanfaat. Alga adalah sumber daya yang melimpah dengan berbagai metabolit sekunder. Banyak senyawa yang dihasilkan dari alga memiliki beragam aktivitas biologis, termasuk sifat antibakteri (Dulger, 2014).

Studi mengenai alga dapat memberikan banyak informasi berharga, tidak hanya mengenai ekosistem laut Maluku tetapi juga manfaat potensial yang bisa diperoleh dari alga, seperti sumber bahan pangan, obat-obatan, serta bahan baku industri (Sampulawa & Bahalwan, 2022). *Padina australis* adalah salah satu spesies makroalga coklat yang termasuk dalam filum *Phaeophyta*, dikenal karena kemampuannya menghasilkan alginat dan diketahui memiliki banyak manfaat sehingga sering digunakan dalam berbagai industri diantaranya: industri makanan, industri farmasi, industri kosmetik, bioteknologi dan bidang pertanian. Penggunaan alga dalam industri farmasi karena memiliki senyawa metabolik sekunder yang memiliki aktivitas sebagai antiinflamasi, antimikroba, antivirus, antimutagen dan insektisida (Sadvika *et al.*, 2022).

Penggunaan antibiotik yang tidak tepat dan berlebihan berkontribusi besar terhadap peningkatan kasus infeksi oleh mikroba patogen. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk penggunaan antibiotik tanpa resep dokter, tidak menyelesaikan pengobatan sesuai anjuran, serta penggunaan antibiotik untuk infeksi yang sebenarnya tidak memerlukannya, seperti infeksi virus. Ketika antibiotik digunakan secara tidak tepat, bakteri patogen dapat berkembang dan beradaptasi, sehingga menjadi resisten terhadap obat yang sebelumnya efektif. Kondisi resistensi antibiotik tersebut memacu pencarian bahan alami sebagai alternatif untuk menghambat dan membunuh bakteri patogen (Liswandari, 2018).

Untuk mengatasi masalah resistensi terhadap antibiotik kimia, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan antibiotik alami yang aman jika digunakan dalam jangka panjang. Alga coklat *Padina australis*, merupakan kelompok alga yang memiliki potensi besar sebagai sumber antibiotik alami. Penelitian menunjukkan bahwa alga coklat mengandung berbagai senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antimikroba, yang dapat digunakan dalam pengembangan obat-obatan baru untuk melawan infeksi bakteri, termasuk strain yang resisten terhadap antibiotik konvensional. Senyawa-senyawa ini, seperti fucoidan, phlorotannin, dan berbagai polifenol, telah terbukti memiliki efek antibakteri yang signifikan terhadap berbagai patogen, termasuk bakteri gram positif dan gram negatif (Pérez *et al.*, 2016; Cotas *et al.*, 2020).

Fucoidan, yang merupakan polisakarida sulfat yang ditemukan dalam alga coklat, telah banyak diteliti karena sifatnya yang imunomodulator dan antimikroba. Penelitian menunjukkan bahwa fucoidan dapat meningkatkan respons



imun dan memiliki aktivitas antimikroba yang dapat membantu melawan infeksi (Muahiddah & Diamahesa, 2022). Selain itu, fucoxanthin, karotenoid yang ditemukan dalam alga coklat, juga menunjukkan aktivitas anti-inflamasi dan antioksidan, yang dapat berkontribusi pada kesehatan secara keseluruhan (Sivagnanam *et al.*, 2015). Dengan demikian, penting untuk melakukan penelitian untuk mengevaluasi efektivitas antibakteri dari *Padina australis* dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dan *Escherichia coli*.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen laboratorium, sampel yang digunakan adalah alga coklat *Padina australis* yang diambil dengan teknik propulsive sampling dari perairan Pulau Osi Kabupaten Seram Bagian Barat, Propinsi Maluku. Sampel yang diambil sebanyak 1 kg kemudian dikeringkan selama 3 hari dengan metode sundrying. Sampel yang telah kering kemudian direndam dengan pelarut etanol selama 24 jam dan disaring menggunakan kertas saring. Proses ekstraksi dilakukan untuk menghilangkan pelarut dengan menggunakan vacuum rotary evaporator. Hasil ekstraksi kemudian dilakukan pengujian fitokimia di Laboratorium Kimia Dasar dan pengujian antibakteri dilakukan dengan metode difusi agar terhadap bakteri *Bacillus cereus* dan *Escherichia coli* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Universitas Pattimura Ambon.

Media yang digunakan yaitu media cair Brain Heart Infusion (BHI) dan media padat Nutrient Agar (NA). Media NA berisi bakteri kemudian dilubangi (diameter $\pm$ 6mm) dan ditambahkan ekstrak alga coklat *Padina australis*. Konsentrasi ekstrak yang digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri adalah 80%, 60%, 40%, 20%, dan 10%. Pengujian antibakteri menggunakan kontrol positif adalah trimetropim serta kontrol negatif adalah quades. Cawan diinkubasi selama 16 jam pada suhu 37°C. Pengamatan dilakukan setelah masa inkubasi, daerah bening yang terbentuk menunjukkan adanya aktivitas antibakteri ekstrak alga coklat *Padina australis*. Zona hambat yang terbentuk diukur dengan satuan mm dengan berpatokan pada standar antibiotika Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) atau *Minimal Inhibitory Concentration* (MIC).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Senyawa metabolit sekunder ekstrak alga coklat Padina australis

Skrining fitokimia merupakan cara untuk mengidentifikasi bioaktif yang belum tampak melalui suatu tes atau pemeriksaan yang dapat dengan cepat memisahkan antara bahan alam yang memiliki kandungan fitokimia tertentu dengan bahan alam yang tidak memiliki kandungan fitokimia tertentu. Skrining fitokimia merupakan tahap pendahuluan dalam suatu penelitian fitokimia yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang golongan senyawa yang terkandung dalam tanaman yang sedang diteliti. Metode skrining fitokimia dilakukan dengan melihat reaksi pengujian warna (Minarno, 2015). Flavonoid dan alkaloid merupakan salah satu metabolit sekunder penting yang berpotensi memiliki aktivitas antibakteri (Thawabteh *et al.*, 2019). Hasil pengujian fitokimia kandungan senyawa ekstrak alga coklat *Padina australis* dapat dilihat pada Tabel 1.

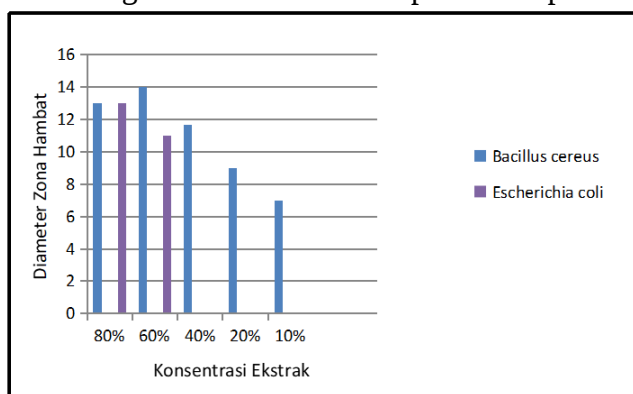
Tabel 1 Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Alga Coklat *Padina australis*

No	Uji Fitokimia	Pelarut Etanol
1	Flavonoid	+
2	Terpenoid	+
3	Steroid	+
4	Fenolik	-
5	Saponim	+
6	Alkoloid	+

Berdasarkan data pada Tabel 1 terlihat hasil pengujian fitokimia Kandungan senyawa aktif yang terkandung pada Alga Coklat *Padina australis* dengan pelarut etanol yaitu senyawa Flavonoid, Terpenoid, steroid, saponim dan alkoloid. Pada pengujian ini tidak ditemukannya senyawa fenolik pada ekstrak.

Aktivitas Antibakteri Ekstrak Alga Coklat *Padina australis*

Pengujian antibakteri ekstrak alga *Padina australis* menunjukkan ekstrak alga *Padina australis* dapat menghambat pertumbuhan bakteri uji, hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak alga *Padina australis* memiliki perbedaan daya hambat bakteri. Hasil pengujian ekstrak alga *Padina australis* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Alga *Padina australis*

Hasil pengukuran aktivitas antibakteri Ekstrak alga *Padina australis* pada Gambar 1 menunjukkan adanya perbedaan zona hambat, dari dua bakteri uji yang digunakan ekstrak alga *Padina australis* berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji yang digunakan yaitu bakteri *Bacillus cereus* dan bakteri *Escherichia coli*. ekstrak alga *Padina australis* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* pada konsentrasi 80%, 60%, 40%, 20% dan 10%, sementara pada pengujian aktivitas antibakteri ekstrak alga *Padina australis* dalam menghambat bakteri *Escherichia coli*, terlihat pada konsentrasi tinggi yaitu konsentrasi 80% dan 60% pada konsentrasi yang lebih rendah yaitu konsentrasi 40% sampai 10% tidak terdapat aktivitas antibakteri. Puasa *et al.* (2018) menjelaskan bahwa alga coklat *Padina australis* memiliki aktivitas antibakteri yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan bakteri gram negatif.

Ekstrak alga *Padina australis* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* pada konsentrasi 80% zona hambat sebesar 13 mm, 60% zona hambat sebesar 14 mm, 40% sebesar 11,7 mm, konsentrasi 20% zona hambat sebesar 9 mm dan 10% dengan zona hambat 7 mm. Hal ini menunjukkan bahwa



semakin tinggi konsentrasi ekstrak alga semakin besar zona hambat yang terbentuk (Sari *et al.*, 2016), kemampuan ekstrak dalam menghambat pertumbuhan bakteri disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya aktivitas antimikroba ekstrak, konsentrasi senyawa antibakteri (Natali *et al.*, 2021), jenis bakteri, jumlah bakteri, ukuran inokulum, aktivitas metabolit bakteri, dan kondisi lingkungan meliputi suhu, pH, waktu inkubasi dan komponen medium (Jawetz *et al.*, 2007), hal ini dipertegas oleh (Sampulawa & Nirmala, 2021) Aktivitas antibakteri ekstrak alga sangat dipengaruhi oleh kandungan senyawa metabolit sekunder dan jenis bakteri yang diuji. Metabolit sekunder dengan cara dengan merusak dinding atau membran sel bakteri, sehingga menyebabkan kebocoran isi sel yang berujung pada kematian bakteri.

Hasil pengukuran aktivitas antibakteri pada ekstrak alga *Padina australis* dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* menunjukkan zona hambat yang terbentuk pada konsentrasi 80% 13 mm, dan pada konsentrasi 60% zona hambat yang terbentuk sebesar 11 mm. Kemampuan ekstrak dalam menghambat bakteri hal ini dikarenakan dinding sel bakteri *Escherichia coli* terdiri dari lapisan peptidoglikan yang tipis dan membran luar yang mengandung lipid (Asali *et al.*, 2023; Dewi *et al.*, 2023; Gomes *et al.*, 2016). Sifat nonpolar dinding sel ini memungkinkan senyawa nonpolar dan semi-polar untuk menembus dan merusaknya. Ini dapat mengganggu integritas membran dan menyebabkan kebocoran isi sel atau gangguan pada fungsi seluler penting lainnya. Membran luar *E. coli* memiliki porin, yang merupakan protein yang membentuk saluran untuk molekul kecil melewati membran luar (Nurnasari & Wijayanti, 2019; Vila *et al.*, 2016). Senyawa dengan ukuran yang sesuai dapat melewati porin ini dan mencapai periplasma di antara membran luar dan membran sitoplasma. Senyawa dalam ekstrak yang bersifat nonpolar atau semi-polar dapat lebih mudah menembus membran sel bakteri. Senyawa terpenoid dalam ekstrak tumbuhan memiliki sifat antibakteri yang kuat karena kemampuannya untuk berinteraksi dengan membran lipid. Senyawa antibakteri dapat menyebabkan kerusakan membran, menghambat enzim penting, atau mengganggu sintesis protein dan DNA dalam sel bakteri. Ketika dinding sel dan membran sel rusak, bakteri tidak dapat mempertahankan homeostasis, yang akhirnya menyebabkan kematian sel (Sholehah, 2016).

Konsentrasi hambat minimum (KHM) ekstrak alga *Padina australis*

Konsentrasi Hambatan Minimum (KHM) atau Minimum Inhibitory Concentration (MIC) adalah konsentrasi minimal dari suatu zat antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri setelah inkubasi selama 24 jam, atau konsentrasi terendah dari sampel yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri yang diinokulasi, ditandai dengan terbentuknya area jernih di sekitar sampel tersebut. Assauqi *et al.* (2023) menjelaskan nilai KHM ditentukan berdasarkan konsentrasi ekstrak terendah dalam perlakuan yang mulai menunjukkan adanya aktivitas antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji. Penentuan KHM dilakukan dengan mengamati jumlah koloni bakteri yang tumbuh setelah inkubasi. Jika pada konsentrasi tertentu tidak ada koloni bakteri yang tumbuh, maka konsentrasi tersebut dianggap sebagai KHM. Pengamatan ini penting untuk menentukan dosis yang tepat dari antimikroba yang diperlukan untuk mengendalikan infeksi bakteri (Saputera, Marpaung, & Ayuchecaria, 2019).



Setelah dilakukan pengujian aktivitas antibakteri ekstrak alga terhadap pertumbuhan bakteri, maka dapat dilihat adanya perbedaan konsentrasi hambat minimal (KHM) ekstrak dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji yang digunakan. KHM dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Konsentrasi Hambat Minimum Ekstrak Alga

Pelarut	Ekstrak Alga	Bakteri Uji	KHM	Zona Hambat (mm)
Etanol	<i>Padina australis</i>	<i>Bacillus cereus</i>	10%	7
	<i>Padina australis</i>	<i>Escherichia coli</i>	60%	11

Berdasarkan data di Tabel 2 terlihat adanya perbedaan konsentrasi hambat minimum ekstrak alga *Padina australis*. Konsentrasi hambat minimum (KHM) ekstrak alga *Padina australis* dalam menghambat bakteri *Bacillus cereus* pada konsentrasi 10% dengan zona hambat sebesar 7 mm. Sementara konsentrasi hambat minimum ekstrak alga *Padina australis* dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi 60% dengan zona hambat sebesar 11 mm. Ekstrak alga *Padina australis* memiliki kemampuan berbeda dalam menghambat bakteri uji *Bacillus cereus* dan bakteri *Escherichia coli* hal ini dipengaruhi kandungan senyawa metabolit sekunder dan jenis bakteri yang digunakan (Endarini *et al.*, 2022; Wiro *et al.*, 2022; Susilowati *et al.*, 2023). Senyawa metabolit sekunder ekstrak alga *Padina australis* ini meliputi senyawa flavonoid, terpenoid, steroid, saponin dan alkaloid. Kombinasi dari berbagai senyawa ini dalam ekstrak *Padina australis* memberikan efek sinergis yang dapat meningkatkan efektivitas antimikroba. Aktivitas antibakteri dari ekstrak alga ini bergantung pada konsentrasi, keberadaan, dan interaksi antara berbagai metabolit sekunder tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian (Kemer *et al.*, 2015) *Padina australis* memiliki bahan antibakteri yang terkandung dalam larutan uji ekstrak alga memiliki daya hambat pertumbuhan bakteri yang lebih besar dibandingkan dengan ekstrak *H. durvillaei*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa, (1) Ekstrak alga coklat *Padina australis* memiliki kandungan metabolit sekunder berupa senyawa flavonoid, terpenoid, steroid, saponin dan alkaloid; (2) Kombinasi dari berbagai senyawa ini memberikan efek sinergis yang dapat meningkatkan efektivitas antimikroba dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dan *Escherichia coli*; (3) Konsentrasi hambat minimum (KHM) ekstrak alga *Padina australis* memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghambat bakteri uji. KHM bakteri *Bacillus cereus* pada konsentrasi 10% zona hambat sebesar 7 mm dan KHM bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi 60% dengan zona hambat sebesar 11 mm.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, kami sarankan untuk peneliti selanjutnya dapat dilakukan uji lanjut untuk mendapatkan senyawa aktif yang lebih spesifikasi dalam menghambat pertumbuhan bakteri.



UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Darussalam Ambon dan semua pihak-pihak yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asali, A., Inwar, A. I., Alim, M. I., Tiffani, I., & Rahmadani, A. F. (2023). Effectiveness Test of Ginger Extract (*Zingiber officinale*) on the Growth Inhibition Zone of *Escherichia Coli* Bacteria. *Era Sains: Journal of Science, Engineering and Information Systems Research*, 1(4), 15–20.
- Assauqi, N. F., Hafshah, M., & Latifah, R. N. (2023). Penentuan Nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) Ekstrak Etanol Daun Pandan (*Pandanus Amaryllifolius* Roxb) Terhadap Bakteri *Streptococcus Mutans*. *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia Dan Terapannya*, 7(1). <https://doi.org/10.17977/um0260v7i12023p001>
- Cotas, J., Leandro, A., Monteiro, P., Pacheco, D., Figueirinha, A., Gonçalves, A. M. M., & Pereira, L. (2020). Seaweed phenolics: from extraction to applications. *Marine Drugs*, 18(8), 384. <https://doi.org/10.3390/md18080384>
- Dewi, L. P., Fuadiyah, W., Nirwana, L., Zulkarnain, A. R., & Faisal. (2023). Uji Aktivitas Anti Bakteri Eksrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* dengan Metode Difusi Sumuran dan Paper Disk. *Era Sains: Journal of Science, Engineering and Information Systems Research*, 1(4), 8–14.
- Dulger, G. (2014). Antibacterial Activity of Two Brown Algae (*Cystoseira compressa* and *Padina pavonica*) Against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *British Microbiology Research Journal*, 4(8), 918–923. <https://doi.org/10.9734/bmrj/2014/10449>
- Endarini, H.L., Mutiarawati, T.D., & Nugrahini, A. (2022). Pertumbuhan Bakteri *Bacillus Cereus* dan *Salmonella Typhi* pada Ekstrak Mentimun (*Cucumis Sativus*). *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 13(17), 663–666.
- Gomes, T. A. T., Elias, W. P., Scaletsky, I. C. A., Guth, B. E. C., Rodrigues, J. F., Piazza, R. M. F., Ferreira, L. C. S., & Martinez, M. B. (2016). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47, 3–30. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.10.015>
- Jawetz, Melnick, Adelberg. 2007. *Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, & Adelberg, Ed.23*. Hartanto H, penerjemah. Jakarta(ID): EGC.
- Kemer, K., Paransa, D. S. J., Rumengan, A. P., & Mantiri, D. M. H. (2015). Antibakteri Dari Beberapa Ekstrak Pada Alga Coklat. *Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi*, 2(2000), 73–81.
- Liswandari, M. S. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Alga Hijau (*Ulva Sp.*) Dari Pantai Sorido Biak Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 1(1), 9–15. <https://doi.org/10.35799/pmj.1.1.2018.19646>
- Minarno, E. B. (2015). Skrining Fitokimia dan Kandungan Total Flavanoid Pada Buah *Carica pubescens* Lenne & K. Koch Di Kawasan Bromo, Cangar, Dan Dataran Tinggi Dieng. *Skrining Fitokimia (73-82) El-Hayah*, 5(2), 73–82. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1986.35.167>



- Muahiddah, N. and Diamahesa, W. A. (2022). Potential use of brown algae as an immunostimulant material in the aquaculture field to increase non-specific immunity and fight disease. *Journal of Fish Health*, 2(2), 109-115. <https://doi.org/10.29303/jfh.v2i2.2075>
- Natali, O., Tarigan, A. I., Sarumpaet, E., Salim, S., Dewani, Y., Hanida, W., & Yensuari, Y. (2021). Uji efektifitas antibakteri ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava*) terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus*. *Jurnal Prima Medika Sains*, 3(1), 29–33. <https://doi.org/10.34012/jpms.v3i1.1776>
- Nurnasari, E., & Wijayanti, K. S. (2019). Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Daun Tembakau terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 9(1), 48–56. <https://doi.org/10.22435/jki.v9i1.1219>
- Pérez, M. J., Falqué, E., & Domínguez, H. (2016). Antimicrobial action of compounds from marine seaweed. *Marine Drugs*, 14(3), 52. <https://doi.org/10.3390/md14030052>
- Puasa, E., Mantiri, D., & Rumengan, A. (2018). Analisis antibakteri alga *Padina australis* Hauck di Perairan Teluk Totok dan Perairan Blongko. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 6(1), 14. <https://doi.org/10.35800/jplt.6.1.2018.19517>
- Rahayu Winiati, Siti Nurjana, Ema Komalasari, 2018. *Escherichia coli* Patogenitas, Analisis dan kajian resiko. IPB Press. Kota Bogor.
- Sadvika, I. G. A. S., Wulansari, N. W. A., Suryaningsih, N. P. E., & Mahendra, A. N. (2022). Potensi *Padina australis* sebagai Marine Drug untuk Aterosklerosis. *Smart Medical Journal*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.13057/smj.v5i1.55479>
- Sampulawa, S., & Bahalwan, F. (2022). Identifikasi Senyawa Bioaktif Ekstrak Alga Coklat (*Hormophysa triquetra*). *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 212. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i1.4918>
- Sampulawa, S., & Nirmala, W. (2021). Potensi Antibakteri Ekstrak Alga Hijau *Halimeda makroloba* decaisne dari Perairan Desa Hutumuri Kota Ambon. *Jurnal Sain Veteriner*, 39(2), 138. <https://doi.org/10.22146/jsv.59980>
- Saputera, M., Marpaung, & Ayuchecaria, N. (2019). Konsentrasi Hambat Minimum (Khm) Kadar Ekstrak Etanol Batang Bajakah Tampala (*Spatholobus littoralis* Hassk) Terhadap Bakteri *Escherichia Coli* Melalui Metode Sumuran. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 5(2), 167–173.
- Sari, D. P., Pangemanan, D. H. C., & J. (2016). Uji daya hambat ekstrak alga coklat (*Padina australis* Hauck) terhadap pertumbuhan bakteri *Porphyromonas gingivalis* secara in vitro. *E-GIGI*, 4(2). <https://doi.org/10.35790/eg.4.2.2016.13652>
- Sholehah, M. R. (2016). Karakteristik Dan Aktivitas Antibakteri Edible Film Dari Refined Carageenan Dengan Penambahan Minyak Atsiri Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata*). *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1), 6.
- Sivagnanam, S. P., Yin, S., Choi, J. H., Park, Y. B., Woo, H. C., & Chun, B. S. (2015). Biological properties of fucoxanthin in oil recovered from two brown seaweeds using supercritical co2 extraction. *Marine Drugs*, 13(6), 3422–3442. <https://doi.org/10.3390/md13063422>
- Susilowati, A. A., Nurmaulawti, R., Rezaldi, F., Farmasi, P. S., Tinggi, S.,



- Kesehatan, I., Mulia, B. H., & Timur, J. (2023). Sabun Cuci Tangan Berbahan Aktif Larutan Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus capitis*, *Bacillus cereus*, dan *Pantoea dispersa*. *Journal of Educational Innovation and Public Health*, 1(1), 11–23.
- Thawabteh, A., Juma, S., Bader, M., Karaman, D., Scrano, L., Bufo, S. A., & Karaman, R. (2019). The biological activity of natural alkaloids against herbivores, cancerous cells and pathogens. *Toxins*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/toxins11110656>
- Vila, J., Sáez-López, E., Johnson, J. R., Römmling, U., Dobrindt, U., Cantón, R., Giske, C. G., Naas, T., Carattoli, A., Martínez-Medina, M., Bosch, J., Retamar, P., Rodríguez-Banõ, J., Baquero, F., & Soto, S. M. (2016). *Escherichia coli*: An old friend with new tidings. *FEMS Microbiology Reviews*, 40(4), 437–463. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuw005>
- Wiro, P.B., Turnip, M., Kurniatuhadi, R., Nawawi, J. H., Barat, K., & Kunci, K. (2022). Pertumbuhan Isolat *Bacillus cereus* (IHB B 379) pada Suhu dan Konsentrasi Merkuri Klorida (HgCl₂) Berbeda The Growth of *Bacillus cereus* (IHB B 379) Isolate at Different Temperature and Concentration of Mercury Chloride (HgCl₂). *Biologica Samudra*, 4(2), 136–149.