

Tinjauan Pustaka

Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antibakteri dari Alga Merah Genus *Halymenia*

Prasti Yuniarni^{1*}, Putu Oka Samirana²

¹Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana Indonesia
prasti.yuniarni@gmail.com

²Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana Indonesia
oka_samirana@unud.ac.id

*Penulis Korespondensi

Abstrak– Alga merah dari genus *Halymenia* adalah jenis alga yang telah menarik perhatian para peneliti karena kandungan fitokimianya yang berpotensi sebagai agen antibakteri. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji literatur mengenai kandungan fitokimia dan aktivitas antibakteri dari alga merah genus *Halymenia*, serta mengevaluasi potensi terapeutiknya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Pengkajian ini menggunakan pendekatan *literature review* dengan melakukan penelusuran pustaka menggunakan *PubMed* dan *Google Scholar*. Berdasarkan tinjauan literatur, alga merah dari genus *Halymenia* mengandung berbagai senyawa fitokimia termasuk flavonoid, alkaloid, saponin, triterpenoid, tanin dan fenolik. Studi menunjukkan bahwa ekstrak alga merah memiliki potensi antibakteri yang signifikan terhadap berbagai patogen bakteri seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Aktivitas antibakteri ini berkaitan dengan kemampuannya dalam mengganggu dinding sel bakteri dan menghambat sintesis protein, sehingga menyebabkan kematian sel bakteri. Alga merah dari genus *Halymenia* menunjukkan potensi yang besar sebagai sumber senyawa antibakteri alami. Literatur yang ada mendukung penggunaan alga ini dalam pengembangan agen antimikroba baru.

Kata Kunci– Alga merah, *antibacterial*, antibakteri, fitokimia, *halymenia*, *phytochemical*

1. PENDAHULUAN

Resistensi bakteri terhadap antibiotik menjadi salah satu tantangan kesehatan global paling serius dalam beberapa dekade terakhir. Menurut laporan *World Health Organization* pada tahun 2020, resistensi terhadap antibiotik sudah mencapai tingkat krisis di berbagai belahan dunia, dengan semakin banyaknya infeksi yang tidak lagi merespon terhadap pengobatan antibiotik konvensional. Penggunaan antibiotik yang tidak rasional baik pada manusia ataupun hewan telah mendorong perkembangan bakteri yang resisten, sehingga mengancam efektivitas pengobatan serta meningkatkan angka morbiditas dan mortalitas akibat infeksi yang sulit diobati (Ventola, 2015). Masalah ini menimbulkan urgensi untuk menemukan agen antibakteri baru yang efektif dan aman, termasuk yang berasal dari sumber daya alam seperti tumbuhan dan organisme laut.

Alga laut merupakan salah satu sumber alami yang menjanjikan untuk pengembangan agen antibakteri. Alga merah (Rhodophyta) dikenal kaya akan senyawa bioaktif dengan potensi sebagai agen terapeutik, termasuk aktivitas antibakteri (de Almeida *et al.*, 2011). Alga merah dari genus *Halymenia* salah satu jenis alga merah yang tersebar luas di perairan tropis dan subtropis. Alga jenis ini telah menarik perhatian peneliti karena kandungan fitokimianya yang beragam. Senyawa-senyawa seperti flavonoid, alkaloid, saponin, triterpenoid, tanin, dan senyawa fenolik yang terkandung dalam alga ini diketahui memiliki aktivitas biologis,

termasuk aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan antibakteri (Kim & Wijesekara, 2010). Senyawa-senyawa ini diketahui memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan patogen melalui sintesis dinding sel dan protein bakteri, yang berujung pada kematian sel bakteri (Cowan, 1999).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak alga merah genus *Halymenia* memiliki aktivitas antibakteri signifikan terhadap patogen seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Pérez *et al.*, 2016). Namun, kajian komprehensif yang membahas mengenai potensi alga merah dari genus *Halymenia* sebagai sumber agen antibakteri alami masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji literatur mengenai kandungan fitokimia dan aktivitas antibakteri dari alga merah genus *Halymenia*, serta mengevaluasi potensi terapeutiknya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Penelitian agen antibakteri baru ini sangat penting mengingat meningkatnya resistensi terhadap antibiotik konvensional. Penggunaan alga sebagai sumber senyawa bioaktif memiliki potensi untuk memberikan solusi terhadap masalah ini, seiring dengan tren global dalam menggunakan produk alami yang lebih aman dan berkelanjutan di industri farmasi (Patra & Baek, 2014). Alga merah mengandung senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai landasan dalam pengembangan obat baru untuk mengobati infeksi bakteri yang resistensi terhadap antibiotik, dengan mekanisme yang berbeda dari antibiotik saat ini, sehingga menawarkan alternatif dalam pengobatan.

2. METODE

Artikel ini disusun berdasarkan kajian literatur yang dipublikasikan antara tahun 2014 hingga bulan Juni 2024. Pengumpulan artikel dilakukan melalui beberapa *database* mesin pencari seperti *Pubmed* dan *Google Scholar*. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian mencakup *Antibacterial*, Antibakteri, Fitokimia, *Halymenia*, *Phytochemical*. Kriteria inklusi yang digunakan adalah artikel penelitian yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir, dalam bentuk *full text* dan *open access* dari jurnal nasional maupun internasional dan menggunakan bahasa Inggris atau bahasa Indonesia yang melaporkan kandungan fitokimia dan aktivitas antibakteri dari alga merah genus *Halymenia*. Kriteria eksklusi yakni artikel berupa *literature review*. Artikel yang dipilih memuat hasil penelitian yang relevan dengan topik metabolit sekunder dan aktivitas antibakteri dari alga merah genus *Halymenia*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelusuran pada *database* mesin pencari *Pubmed* dan *Google Scholar* dari 2014 sampai Juni 2024 adalah sebanyak 13 artikel, yaitu 10 artikel berbahasa Inggris dan 3 artikel berbahasa Indonesia. Hasil *review* jurnal pada Tabel 1, terlihat bahwa metode ekstraksi dan kandungan senyawa fitokimia yang dihasilkan sangat bervariasi tergantung pada jenis spesies serta pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi. Fitokimia yang ditemukan dalam alga merah memiliki beragam manfaat farmakologi, seperti antioksidan, antimikroba, antiinflamasi, serta potensi sebagai agen antikanker.

No.	Nama Spesies	Metode Ekstraksi	Kandungan Senyawa	Pustaka
1.	<i>Halymenia durvillaei</i>	Maserasi Etanol 96%	Alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, triterpenoid, fenolik	Mantiri <i>et al.</i> , 2021.
2.	<i>Halymenia durvillaei</i>	Maserasi etanol	Saponin dan terpenoid	Hanani, 2021.
		Maserasi metanol	Terpenoid	
3.	<i>Halymenia poryphyroides</i>	Maserasi etanol 80%	Fenol, alkaloid, triterpenoid, steroid, tanin, saponin, flavonoid, antrakuinon, dan glikosida	Manam <i>et al.</i> , 2020
4.	<i>Halymenia palmata</i>	Maserasi metanol 100%	Karbohidrat, glikosida, protein, asam amino, saponin, lemak, flavonoid, alkaloid, steroid dan fenol	Deepak <i>et al.</i> , 2019
5.	<i>Halymenia durvillaei</i>	Maserasi metanol 70%	Steroid, flavonoid, saponin, triterpenoid, hidrokuinon	Sanger <i>et al.</i> , 2019
7.	<i>Halymenia sp.</i>	Maserasi metanol	Alkaloid, flavonoid, tanin, triterpenoid, saponin	Darfiah <i>et al.</i> , 2021
		Maserasi heksana		
8.	<i>Halymenia durvillaei</i>	Maserasi etanol 95%	Alkaloid, triterpenoid, Saponin, tanin, flavonoid	Singkoh dkk., 2019

Halymenia durvillaei adalah spesies yang paling banyak diteliti dalam tabel ini. Berbagai metode ekstraksi yang digunakan menunjukkan variasi kandungan senyawa yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian (Mantiri *et al.*, 2021) ekstraksi menggunakan etanol 96% menghasilkan alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, triterpenoid, dan senyawa fenolik. Sebaliknya, pada penelitian (Hanani, 2021) menunjukkan bahwa metode maserasi menggunakan etanol dan metanol memberikan hasil yang berbeda, dengan saponin dan terpenoid ditemukan dalam ekstrak etanol, sedangkan terpenoid ditemukan dalam ekstrak metanol. Hal ini menunjukkan bahwa jenis pelarut berpengaruh besar terhadap komposisi senyawa yang terekstraksi. (Wati, 2022)

Penelitian oleh (Manam & Subbaiah, 2020) pada spesies *Halymenia porphyroides* menggunakan maserasi etanol 80% menghasilkan berbagai senyawa seperti fenol, alkaloid, triterpenoid, steroid, tanin, saponin, flavonoid, antrakuinon, dan glikosida. Kandungan senyawa yang beragam ini menunjukkan potensi terapeutik alga merah yang luas. Misalnya, flavonoid telah lama dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, sedangkan tanin dan saponin memiliki efek antimikroba dan antiinflamasi yang baik (Pereiraetal, 2018).

Selanjutnya, *Halymenia palmata* juga memiliki komposisi kimia yang kompleks, di mana maserasi dengan metanol 100% oleh (Deepak *et al.*, 2019) menunjukkan kandungan karbohidrat, glikosida, protein, asam amino, saponin, lemak, flavonoid, alkaloid, steroid, dan fenol. Kandungan protein dan asam amino yang ditemukan pada spesies ini menarik perhatian, karena alga merah umumnya kaya akan senyawa nitrogen, yang dapat berperan sebagai sumber protein alternatif dalam industri pangan atau nutrisi (Wu *et al.*, 2023).

Penelitian *Halymenia sp.* oleh (Darfiah *et al.*, 2021) menemukan adanya alkaloid, flavonoid, tanin, triterpenoid, dan saponin pada ekstrak metanol, sementara penggunaan pelarut heksana menghasilkan kandungan yang serupa. Penelitian oleh (Singkohl *et al.*, n.d.) pada *Halymenia durvillaei* dengan maserasi etanol 95% menemukan kandungan alkaloid, triterpenoid, saponin, tanin, dan flavonoid. Konsistensi temuan ini dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *Halymenia durvillaei* memiliki profil fitokimia yang relatif stabil, terutama dalam hal saponin dan triterpenoid yang ditemukan di hampir semua penelitian. Dari berbagai penelitian ini, jelas bahwa genus *Halymenia* mengandung senyawa bioaktif yang beragam dengan potensi aplikasi yang luas dalam berbagai bidang, mulai dari farmasi hingga nutrisi. Namun, metode ekstraksi dan jenis pelarut yang digunakan memainkan peran penting dalam menentukan komposisi senyawa yang dihasilkan. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai potensi terapeutik dari alga merah ini, diperlukan lebih banyak penelitian dengan menggunakan metode analisis yang lebih modern, seperti kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) atau spektroskopi resonansi magnetik nuklir (NMR). Penelitian lebih lanjut mengenai aktivitas bioaktif spesifik dari masing-masing senyawa dalam *Halymenia* juga perlu dilakukan. Misalnya, flavonoid dan fenolik diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, namun diperlukan kajian lanjutan untuk mengidentifikasi mekanisme aksi spesifiknya terhadap penyakit tertentu, seperti kanker atau penyakit neurodegeneratif (Sun & Shahrajabian, 2023).

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2, terlihat bahwa aktivitas antibakteri dari alga ini sangat bergantung pada spesies, jenis pelarut yang digunakan, dan jenis bakteri yang diuji. Aktivitas antibakteri yang diukur berdasarkan zona hambat (mm) memberikan indikasi potensi bioaktif alga tersebut, dengan kategori yang bervariasi dari lemah hingga sangat kuat.

Tabel 2. Hasil Review Jurnal Aktivitas Antibakteri Alga Merah Genus *Halymenia*.

No.	Nama Spesies	Pelarut	Terhadap Bakteri	Zona Hambat (mm)	Kategori Zona Hambat	Pustaka
			<i>Escherichia coli</i>	0	Lemah	
1.	<i>Halymenia durvillaei</i>	Metanol	<i>Salmonella typhi</i>	26,2	Sangat kuat	Kasmiati <i>et al.</i> , 2022
			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9,6	Sedang	

			<i>Aeromonas hydrophila</i>	9,2	Sedang	
			<i>Vibrio harveyi</i>	8,9	Sedang	
			<i>Escherichia coli</i>	8,5	Sedang	
			<i>Salmonella typhi</i>	11,3	Kuat	
		Heksana	<i>Pseudomonas. aeruginosa</i>	0	Lemah	
			<i>Aeromonas. hydrophila</i>	21,0	Sangat Kuat	
			<i>Vibrio harveyi</i>	8,0	Sedang	
2.	<i>Halymenia durvillaei</i>	Etanol	<i>Staphylococcus aureus</i>	12,5	Kuat	Mantiri <i>et al.</i> , 2021
			<i>Escherichia coli</i>	11,83	Kuat	
			<i>Salmonella typhi</i>	17,0	Kuat	
		Metanol	<i>Aeromonas hydrophila</i>	12,0	Kuat	
3.	<i>Halymenia sp.</i>		<i>Vibrio harveyi</i>	18,0	Kuat	Darfiah <i>et al.</i> , 2021
			<i>Salmonella typhi</i>	7,0	Sedang	
		Heksana	<i>Aeromonas hydrophila</i>	9,0	Sedang	
			<i>Vibrio harveyi</i>	16,0	Kuat	
4.	<i>Halymenia sp.</i>	Akuades	<i>Salmonella typhi</i>	1,33	Lemah	Yulianti dkk., 2018
			<i>Staphylococcus aureus</i>	3,33	Lemah	
5.	<i>Halymenia dilatata</i>	Etanol	<i>Vibrio parahaemolytic</i>	6	Sedang	Alfajri dkk.,

Halymenia durvillaei merupakan spesies yang paling sering diteliti. (Kasmiati *et al.*, 2022) melaporkan bahwa ekstrak *Halymenia durvillaei* menggunakan pelarut metanol menunjukkan aktivitas antibakteri yang bervariasi. Ekstrak ini memiliki aktivitas yang sangat kuat terhadap *Salmonella typhi* dengan zona hambat 26,2 mm, namun tidak menunjukkan aktivitas terhadap *Escherichia coli* (zona hambat 0 mm). Ini menunjukkan bahwa *H. durvillaei* memiliki sifat selektif terhadap bakteri gram-negatif tertentu. Selain itu, terhadap *Pseudomonas aeruginosa* dan *Aeromonas hydrophila*, aktivitas antibakteri tergolong sedang, dengan zona hambat masing-masing 9,6 mm dan 9,2 mm. Sementara itu, terhadap *Vibrio harveyi*, zona hambat yang terbentuk adalah 8,9 mm, yang juga masuk dalam kategori sedang. Ketika ekstrak *H. durvillaei* menggunakan pelarut heksana, terlihat adanya perbedaan hasil antibakteri. Misalnya, terhadap *E. coli*, ekstrak heksana menghasilkan zona hambat sebesar 8,5 mm (sedang), yang lebih baik dibandingkan dengan hasil ekstraksi metanol yang menunjukkan aktivitas lemah (zona hambat 0 mm). Aktivitas antibakteri terhadap *A. hydrophila* juga sangat kuat dengan zona hambat 21,0 mm. Hasil ini mengindikasikan bahwa sifat pelarut sangat mempengaruhi kemampuan ekstrak untuk menembus dinding sel bakteri, yang pada gilirannya mempengaruhi efektivitas antibakteri. Ini konsisten dengan studi oleh Pereira *et al.* (2018), yang menyebutkan bahwa pelarut non-polar seperti heksana lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa lipofilik yang mungkin lebih efektif melawan bakteri tertentu.

Penelitian oleh Mantiri *et al.* (2021) menunjukkan bahwa ekstrak etanol dari *Halymenia durvillaei* memiliki aktivitas kuat terhadap *Staphylococcus aureus* (12,5 mm) dan *Escherichia coli* (11,83 mm). Aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *S. aureus*, bakteri gram positif, menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam *Halymenia* tidak hanya efektif terhadap bakteri gram negatif, tetapi juga terhadap bakteri gram positif. Hal ini memperluas potensi aplikasi *H. durvillaei* sebagai agen antibakteri spektrum luas. *Halymenia sp.*, yang diteliti oleh Darfiah *et al.* (2021), menunjukkan hasil yang konsisten dalam aktivitas antibakteri. Ekstrak metanol menunjukkan aktivitas kuat terhadap *S. typhi* (17,0 mm), *A. hydrophila* (12,0 mm), dan *V. harveyi* (18,0 mm), yang mengindikasikan bahwa pelarut metanol mampu mengekstraksi senyawa bioaktif yang efektif melawan bakteri patogen gram-negatif. Namun, penggunaan heksana sebagai pelarut mengurangi aktivitas antibakteri terhadap *S. typhi* (7,0 mm) dan *A. hydrophila* (9,0 mm), tetapi tetap menunjukkan aktivitas kuat terhadap *V. harveyi* (16,0 mm). Hal ini menegaskan kembali pentingnya pemilihan pelarut dalam menentukan efektivitas antibakteri ekstrak alga. Penelitian lain oleh (Manguntungi, 2018) menggunakan akuades sebagai pelarut untuk mengekstraksi *Halymenia sp.* dan menunjukkan aktivitas antibakteri yang lemah terhadap *S. typhi* (1,33 mm) dan *S. aureus* (3,33 mm). Hasil ini menunjukkan bahwa pelarut polar seperti akuades mungkin kurang efektif dalam mengekstraksi senyawa antibakteri dibandingkan dengan pelarut organik seperti metanol dan heksana. Sesuai dengan studi lain, pelarut air umumnya menghasilkan ekstrak dengan aktivitas antibakteri lebih rendah karena senyawa bioaktif yang terlarut lebih terbatas (Wu *et al.*, 2023).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Alfajri *et al.*, 2018), ekstrak etanol dari *Halymenia dilatata* menunjukkan aktivitas sedang terhadap *Vibrio parahaemolyticus* dengan zona hambat 6 mm. Meskipun demikian, hasil ini menunjukkan bahwa *Halymenia dilatata* memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agen antibakteri terhadap bakteri patogen laut, terutama pada infeksi yang terkait dengan lingkungan perairan. Secara keseluruhan, dari data yang ditinjau, terlihat bahwa alga merah genus *Halymenia* memiliki aktivitas antibakteri yang bervariasi tergantung pada jenis spesies, pelarut, dan jenis bakteri yang diuji. Senyawa fitokimia yang ditemukan dalam *Halymenia sp.* seperti flavonoid, alkaloid, dan saponin diketahui memiliki mekanisme antibakteri yang berbeda. Flavonoid, misalnya, dapat merusak membran sel bakteri atau menghambat enzim esensial dalam proses metabolisme bakteri (Cushnie & Lamb, 2005). Alkaloid diketahui mengganggu fungsi DNA dan RNA dalam sel bakteri, sementara saponin memiliki kemampuan untuk meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri, menyebabkan kebocoran komponen intraseluler dan akhirnya kematian sel (de Almeida *et al.*, 2011).

Berdasarkan semua data ini, dapat disimpulkan bahwa *Halymenia sp.* memiliki kandungan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai agen antibakteri alami. Penggunaan metode ekstraksi yang tepat, seperti maserasi dengan etanol atau metanol, dapat menghasilkan senyawa aktif dengan efektivitas yang tinggi dalam menghambat pertumbuhan berbagai patogen bakteri. Literatur yang ada mendukung penggunaan alga ini dalam pengembangan agen antimikroba baru, yang penting untuk mengatasi masalah resistensi bakteri yang semakin meningkat. Senyawa bioaktif yang ditemukan dalam alga ini menunjukkan potensi besar sebagai agen antibakteri alami, yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah resistensi antibiotik. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi senyawa aktif spesifik dan mekanisme kerjanya terhadap bakteri patogen. Selain itu, perlu dikaji pengembangan formulasi yang lebih efisien untuk memaksimalkan potensi alga ini sebagai agen antibakteri.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil literatur review dari, alga merah genus *Halymenia* menunjukkan potensi yang signifikan sebagai sumber agen antibakteri alami. Beberapa spesies dari genus ini, terutama *Halymenia durvillaei* dan *Halymenia sp.*, telah terbukti mengandung senyawa-senyawa metabolit yang kuat seperti flavonoid, alkaloid, saponin, terpenoid, dan tanin, yang berperan penting dalam aktivitas antibakteri. Ekstraksi menggunakan pelarut organik seperti etanol dan metanol secara konsisten menghasilkan kandungan senyawa metabolit yang lebih tinggi dibandingkan pelarut air, seperti akuades. Ekstrak etanol dan metanol dari *Halymenia* secara umum lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan berbagai bakteri patogen, baik gram positif maupun gram negatif. Namun, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa efektivitas antibakteri sangat bervariasi tergantung pada jenis pelarut yang digunakan dan bakteri yang diuji. Ekstrak pelarut polar seperti metanol lebih baik dalam menghambat patogen gram-negatif seperti *S. typhi* dan *V. harveyi*, sementara ekstrak heksana lebih efektif terhadap patogen spesifik seperti *A. hydrophila*. Senyawa-senyawa bioaktif yang ditemukan dalam alga ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan dalam industri farmasi, terutama sebagai komponen dalam formulasi antibakteri spektrum luas. Penelitian lebih lanjut

diperlukan untuk mengidentifikasi mekanisme spesifik dari masing-masing senyawa bioaktif dan mengoptimalkan proses ekstraksi untuk meningkatkan efektivitas antibakteri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penulisan artikel ini. Terima kasih atas kesempatan, bimbingan, dan sarana yang memungkinkan penulisan artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfajri, S., Agustina, F., & Purnama Sari, N. (2018). Uji Resistensi Bakteri *Vibrio Parahaemolyticus* Terhadap Ekstrak Makroalga Halimedadiscoidea, *Halymenia Dilatata* Dan *Dictyota Dichotoma* Resistance Test Of *Vibrio Parahaemolyticus* Toward Macroalgae Extract Of *Halymeda Discoidea*, *Halymenia Dilatata* And *Dictyota Dichotoma*. *Simbiosis*, 7(1), 33–46. <https://journal.unrika.ac.id/index.php/simbiosajournal>
- Cowan, M. M. (1999). Plant Products As Antimicrobial Agents. In *Clinical Microbiology Reviews* (Vol. 12, Issue 4). <https://journals.asm.org/journal/cmrv>
- Cushnie, T. P. T., & Lamb, A. J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. In *International Journal of Antimicrobial Agents* (Vol. 26, Issue 5, pp. 343–356). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2005.09.002>
- Darfiah, D., Kasmia, K., & Latama, G. (2021). Antibacterial Activity and Identification of Active Compounds of Seaweed Extract *Sargassum* sp., *Halimeda opuntia* and *Halymenia* sp. from Lae-Lae Island of South Sulawesi. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 6(6), 187–195. <https://doi.org/10.22161/ijeab.66.23>
- de Almeida, C. L. F., Falcão, H. de S., Lima, G. R. de M., Montenegro, C. de A., Lira, N. S., de Athayde-Filho, P. F., Rodrigues, L. C., de Souza, M. F. V., Barbosa-Filho, J. M., & Batista, L. M. (2011). Bioactivities from marine algae of the genus *Gracilaria*. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 12, Issue 7, pp. 4550–4573). <https://doi.org/10.3390/ijms12074550>
- Deepak, P., Balamuralikrishnan, B., Park, S., Sowmiya, R., Balasubramani, G., Aiswarya, D., Amutha, V., & Perumal, P. (2019). Phytochemical profiling of marine red alga, *Halymenia palmata* and its bio-control effects against Dengue Vector, *Aedes aegypti*. *South African Journal of Botany*, 121, 257–266. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.11.011>
- Flora Oktavine Singkohl, M., Maria Helena Mantiri, D., Lumenta, C., & Manoppo, H. (n.d.). *Identifikasi Senyawa Bioaktif Alga Merah Halymenia durvillei (Identification Bioactive Compounds of Algae Halymenia durvillei)*.
- Kasmia, K., Nurunnisa, A. T., Amran, A., Resya, M. I., & Rahmi, M. H. (2022). Antibacterial activity and toxicity of *Halymenia durvillei* red seaweed from Kayangan island, South Sulawesi, Indonesia. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 25(8), 417–428. <https://doi.org/10.47853/FAS.2022.e38>

- Kim, S. K., & Wijesekara, I. (2010). Development and biological activities of marine-derived bioactive peptides: A review. In *Journal of Functional Foods* (Vol. 2, Issue 1, pp. 1–9). <https://doi.org/10.1016/j.jff.2010.01.003>
- Kiran Manam, V., & Subbaiah, M. (2020). Phytochemical, Amino Acid, Fatty Acid And Vitamin Investigation Of Marine Seaweeds *Colpomenia Sinuosa* And *Halymenia Porphyroides* Collected Along Southeast Coast Of Tamilnadu, India. *Dr. Vishnu Kiran Manam Et Al. World Journal Of Pharmaceutical Research*, 9. <https://doi.org/10.20959/wjpr20204-17091>
- Lee Ventola, C. (2015). *The Antibiotic Resistance Crisis Part I: Causes and Threats* (Vol. 40, Issue 4).
- Manguntungi, B. (2018). *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Alga Merah dari Pantai Luk, Sumbawa terhadap Salmonella thypi dan Staphylococcus aureus Antibacterial Activity of Red Algae Extracts from Luk Beach, Sumbawa against Salmonella thypi and Staphylococcus aureus* (Vol. 3, Issue 1).
- Mantiri, D. M. H., Kepel, R. C., Boneka, F. B., Sumilat, D. A., & Mantiri, D. M. H. (2021). *Phytochemical screening, antioxidant and antibacterial tests on red algae, Halymenia durvillaei, and phycoerythrin pigments* (Vol. 14, Issue 6). <http://www.bioflux.com.ro/aacl>
- Patra, J. K., & Baek, K. H. (2014). Green Nanobiotechnology: Factors Affecting Synthesis and Characterization Techniques. In *Journal of Nanomaterials* (Vol. 2014). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2014/417305>
- Pereiraetal2018.Codonorchislessonii. (n.d.).
- Pérez, M. J., Falqué, E., & Domínguez, H. (2016). Antimicrobial action of compounds from marine seaweed. In *Marine Drugs* (Vol. 14, Issue 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/md14030052>
- Sun, W., & Shahrajabian, M. H. (2023). Therapeutic Potential of Phenolic Compounds in Medicinal Plants—Natural Health Products for Human Health. In *Molecules* (Vol. 28, Issue 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/molecules28041845>
- Tambihul Hanani, M. (2021). Phytochemical Constituents of Three Species of Marine Macro-Algae from Sitio Usadda, Pangutaran, Sulu, Philippines. *American Journal of Applied Chemistry*, 9(4), 97. <https://doi.org/10.11648/j.ajac.20210904.11>
- Wati, J. (2022). Ekstrak Etanol Buah Jeluak (*Microcos Tomentosa*) Sebagai Antioksidan Dengan Metode Dpph. *Jurnal Penelitian Kimia Dan Pendidikan Kimia Page*, 8(1).
- Wu, J. Y., Tso, R., Teo, H. S., & Haldar, S. (2023). The utility of algae as sources of high value nutritional ingredients, particularly for alternative/complementary proteins to improve human health. In *Frontiers in Nutrition* (Vol. 10). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1277343>