

## Tinjauan Pustaka

# Studi Antibakteri, Antioksidan, dan Potensi Alga Merah Genus *Gracilaria* sebagai Pewarna Alami

Valentina Ayu Hapsari<sup>1\*</sup>, Putu Oka Samirana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana,  
valentinaayu71@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana,  
oka\_samirana@unud.ac.id

\*Penulis Korespondensi

**Abstrak**– *Gracilaria* merupakan salah satu genus alga merah yang melimpah di perairan Indonesia dan telah mendapatkan perhatian luas dalam penelitian karena berbagai potensi biologisnya. Artikel ini merangkum 25 artikel terkait aktivitas antibakteri, antioksidan, dan potensi sebagai pewarna alami dari beberapa spesies *Gracilaria*. Penelusuran pustaka dilakukan menggunakan *Google Scholar* dari 2014 hingga Juli 2024. Ekstrak etil asetat dari *Gracilaria* sp. menunjukkan aktivitas antibakteri sangat kuat terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, sedangkan *Gracilaria fisheri* juga menunjukkan efektivitas tinggi dengan nilai IC<sub>50</sub> rendah dalam pengujian antioksidan. Senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan saponin berkontribusi pada potensi antibakteri, sementara polifenol dan flavonoid berperan dalam aktivitas antioksidan. Temuan ini menunjukkan bahwa genus *Gracilaria* memiliki potensi sebagai sumber agen antibakteri dan antioksidan alami, dengan variasi efektivitas tergantung pada spesies dan metode ekstraksi. Pigmentasi alami dari genus *Gracilaria* terutama fikoeritrin dan karotenoid, menunjukkan potensi sebagai pewarna alami yang aman dan ramah lingkungan dalam industri pangan dan kosmetik. Artikel ini menyimpulkan bahwa alga merah genus *Gracilaria* memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber bahan bioaktif dengan aplikasi luas dalam bidang kesehatan dan industri.

**Kata Kunci**– Alga merah, Antibakteri, antioksidan, *Gracilaria*, pewarna alami

## 1. PENDAHULUAN

Perairan Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang kaya, dengan banyak potensi manfaat bagi kesehatan dan industri. Salah satu sumber daya laut yang menarik perhatian adalah makroalga. Makroalga merupakan tumbuhan air yang memiliki beberapa jenis seperti makroalga hijau, makroalga merah, dan makroalga coklat. Keragaman makroalga yang melimpah serta kandungan senyawa aktif seperti antioksidan, antibakteri, antijamur, antikanker, dan antivirus membuatnya sering dimanfaatkan dalam industri farmasi (Ndahawali *et al.*, 2021).

Alga merah (rhodophyta) dengan jenis *Gracilaria* banyak ditemukan di perairan tropis dan subtropis, termasuk di Indonesia. Genus *Gracilaria* dibudidayakan di Indonesia untuk menghasilkan agar-agar (Rimmer *et al.*, 2021). Genus *Gracilaria* termasuk dalam filum Rhodophyta, kelas Florideophyceae, ordo Gracilariales, dan famili Gracilariaceae (Torres *et al.*, 2019). Alga merah genus *Gracilaria* dikenal memiliki berbagai kandungan bioaktif yang bermanfaat, termasuk senyawa fenolik, flavonoid, alkaloid, terpen, dan fitosterol sehingga aktivitas biologisnya ditetapkan sebagai antioksidan, antibakteri, antitumor, antikoagulan, antiinflamasi, antihiperlipidemia, hipokolesterolemik, dan hepatoprotektif. Selain itu,

*Gracilaria* juga digunakan sebagai polisakarida agar yang mengandung agarofit (Silva *et al.*, 2020; Kumar *et al.*, 2021; Long *et al.*, 2021)

Salah satu fokus penelitian terkini adalah pengembangan senyawa antibakteri dan antioksidan alami. Hal ini semakin penting mengingat tingginya tingkat resistensi antibiotik yang terjadi di seluruh dunia. Resistensi antibiotik diperkirakan secara langsung bertanggung jawab atas 1,27 juta kematian global pada tahun 2019 dan berkontribusi terhadap 4,95 juta kematian (Murray *et al.*, 2022). Selain itu, antioksidan alami menjadi perhatian utama. Antioksidan merupakan zat yang mampu menahan reaksi oksidasi dengan mendonorkan elektron ke radikal bebas dan berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh terhadap radikal bebas. Antioksidan alami memiliki toksisitas yang relatif rendah, sehingga upaya pencarian sumber antioksidan semakin meningkat. Peningkatan ini diakibatkan oleh kekhawatiran efek samping dari antioksidan sintetik yang menimbulkan sifat karsinogenik (Kurniawati & Sutoyo, 2020). Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa genus *Gracilaria* memiliki aktivitas antibakteri dan antioksidan yang menjanjikan, menjadikannya kandidat potensial dalam upaya pengembangan produk alami yang ramah lingkungan dan aman digunakan (Afonso *et al.*, 2021).

Selain aktivitas biologisnya, alga merah genus *Gracilaria* juga memiliki potensi sebagai pewarna alami. Selama beberapa dekade terakhir, pengembangan pewarna alami semakin mendapat perhatian sebagai alternatif pewarna sintesis yang kerap menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Achmad & Sugiarto, 2020). Pewarna alami yang berasal dari sumber-sumber biologis, seperti tumbuhan dan alga, tidak hanya lebih aman tetapi juga dapat memberikan manfaat tambahan, seperti efek antioksidan (Iznillillah *et al.*, 2023). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pigmen yang terkandung dalam genus *Gracilaria*, seperti karotenoid dan klorofil, dapat digunakan sebagai pewarna alami yang stabil dan tidak beracun (Hidayati *et al.*, 2023). Namun, meskipun banyak potensi yang telah diidentifikasi, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji secara mendalam kemampuan antibakteri, antioksidan, serta aplikasi pewarna alami dari genus *Gracilaria*. Artikel ini bertujuan untuk merangkum dan menganalisis penelitian-penelitian yang telah dilakukan terkait potensi alga merah genus *Gracilaria* dalam aktivitas antibakteri, antioksidan, dan pewarna alami, serta mengidentifikasi peluang dan tantangan untuk pengembangan lebih lanjut.

## 2. METODE

Pencarian dilakukan untuk menemukan semua publikasi yang terkait dengan topik tersebut dari 2014 hingga Juli 2024 (satu dekade) di *Google Scholar*. Kata kunci yang digunakan untuk mencari artikel adalah “*gracilaria, antibacterial, antioxidant, pigment content*”. Data yang disertakan dalam tinjauan ini (kriteria inklusi) adalah artikel asli (*original article*) dan artikel penelitian baik dalam bahasa Inggris maupun bahasa Indonesia mengenai studi antibakteri, antioksidan, dan kandungan pigmen warna dari alga merah genus *Gracilaria*. Artikel dikecualikan dari data utama jika berupa artikel konferensi, tesis, dan disertasi dan jika tidak ada data yang tersedia untuk diambil. Variabel yang dinilai dalam tinjauan ini meliputi spesies alga, pelarut yang digunakan, bakteri yang diujikan, diameter zona hambat, kategori zona hambat, serta kandungan pigmen warna dan konsentrasinya dari spesies alga.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah artikel yang telah ditelusuri dari 2014 sampai Juli 2024 adalah sebanyak 25 artikel primer dengan jumlah artikel berbahasa Inggris sebanyak 23 artikel dan jumlah artikel berbahasa Indonesia sebanyak 2 artikel. Alga merah genus *Gracilaria* memiliki beberapa senyawa yang diketahui berpotensi sebagai antibakteri dan antioksidan seperti pada tabel 1. Kandungan asam lemak, khususnya asam palmitat dalam *Gracilaria birdiae* dan *Gracilaria domingensis* (Guaratini *et al.*, 2012), memperluas potensi antibakteri dan antioksidan. Asam palmitat tidak hanya mempengaruhi stabilitas membran bakteri, tetapi juga melindungi sel dari oksidasi lipid, yang dapat mengurangi kerusakan oksidatif pada komponen seluler dan meningkatkan ketahanan sel terhadap stres oksidatif sehingga menambah potensi antibakteri dan antioksidan pada alga ini (Kusuma & Putri, 2020). Flavonoid dan tanin yang ditemukan dalam *Gracilaria* sp. (Hidayati *et al.*, 2023) berfungsi sebagai senyawa yang mampu mengganggu pertumbuhan bakteri. Flavonoid membentuk kompleks dengan protein ekstraseluler, merusak membran sel, dan menyebabkan masuknya air secara tak terkendali, yang mengakibatkan pembengkakan dan pecahnya sel. Sementara itu, tanin membentuk ikatan hidrogen dengan protein di dalam sel bakteri, yang mengakibatkan denaturasi protein dan gangguan pada metabolisme bakteri (Rahmitasari *et al.*, 2020). Senyawa saponin yang ditemukan dalam *Gracilaria* sp. (Insani *et al.*, 2022) juga diketahui memiliki aktivitas antibakteri, dengan mekanisme menurunkan tegangan permukaan sehingga menyebabkan kebocoran sel dan keluarnya senyawa intraseluler (Rahmitasari *et al.*, 2020)

Berbagai spesies dari genus *Gracilaria* mengandung senyawa dengan potensi antioksidan yang signifikan. Senyawa seperti vitamin C dan  $\alpha$ -tokoferol yang terkandung dalam *Gracilaria changii* (Chan & Matanjun, 2017) merupakan antioksidan kuat yang dapat menangkal radikal bebas. Flavonoid dan fenol hidrokuinon juga dikenal karena kemampuannya dalam mengurangi stres oksidatif, yang dapat berperan dalam pencegahan penyakit degeneratif seperti kanker dan penyakit jantung (Apriandi *et al.*, 2020). Selain itu, kandungan pigmen seperti florotanin yang ditemukan dalam *Gracilaria* sp. (Purwaningsih *et al.*, 2024) berpotensi digunakan sebagai pewarna alami dalam produk makanan atau tekstil. Florotanin yang termasuk ke dalam golongan senyawa polifenol juga diketahui memiliki aktivitas antioksidan (Pawestri *et al.*, 2021). Kehadiran senyawa-senyawa ini menjadikan *Gracilaria* sebagai bahan yang potensial untuk dikembangkan sebagai antioksidan alami.

**Tabel 1.** Kandungan Kimia dari Genus *Gracilaria*

No	Nama Spesies	Kandungan Kimia	Referensi
1	<i>Gracilaria birdiae</i> dan <i>Gracilaria domingensis</i>	Asam Lemak	(Guaratini <i>et al.</i> , 2012)
		Asam Palmitat	
2	<i>Gracilaria</i> sp.	Flavonoid	(Hidayati <i>et al.</i> , 2023)
		Tanin	

No	Nama Spesies	Kandungan Kimia	Referensi
3	<i>Gracilaria</i> sp.	Fenol Hidrokuinon	(Insani <i>et al.</i> , 2022)
		Saponin	
		Steroid	
4	<i>Gracilaria changii</i>	Vitamin C	(Chan & Matanjun, 2017)
		$\alpha$ -tokoferol	
		Asam Aspartat	
		Asam Glutamat	
		Serin	
		Glisin	
		Histidin	
		Alanin	
		Prolin	
5	<i>Gracilaria</i> sp.	Florotanin	(Purwaningsih <i>et al.</i> , 2024)

Tabel 2 menunjukkan data mengenai aktivitas antibakteri dari berbagai spesies alga merah dalam genus *Gracilaria*. Aktivitas antibakteri ini diukur dengan menggunakan metode pengujian zona hambat, yang menunjukkan seberapa efektif ekstrak alga dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Berdasarkan tabel 2, terlihat bahwa aktivitas antibakteri dari spesies *Gracilaria* bervariasi tergantung pada spesies dan jenis pelarut yang digunakan. Ekstrak etil asetat dari *Gracilaria* sp. menunjukkan zona hambat yang sangat kuat sebesar 33,54 mm terhadap *Escherichia coli*, dan 29,14 mm terhadap *Staphylococcus aureus* (Kaimudin *et al.*, 2020). Hasil tersebut menunjukkan bahwa ekstrak ini memiliki potensi yang signifikan sebagai agen antibakteri, terutama terhadap bakteri yang sering menjadi penyebab infeksi pada manusia.

Sebaliknya, *Gracilaria gracilis* menunjukkan zona hambat yang kuat sebesar 19 mm terhadap *Bacillus subtilis* dengan penggunaan etanol, sedangkan ekstrak dengan metanol, aseton, kloroform, dan dietil eter menunjukkan zona hambat yang lebih rendah (Capillo *et al.*, 2018). Data tersebut menunjukkan bahwa etanol mungkin lebih efektif dalam mengekstraksi

senyawa antibakteri dibandingkan pelarut lainnya. Perbedaan dalam efektivitas antibakteri ini menunjukkan bahwa pemilihan pelarut yang tepat adalah kunci untuk mengoptimalkan potensi antibakteri dari genus *Gracilaria*. Selain itu, *Gracilaria corticata* menunjukkan aktivitas antibakteri sedang dengan zona hambat 10 mm terhadap *Escherichia coli* dan kuat terhadap *Staphylococcus aureus* (14 mm) ketika diekstraksi dengan metanol dan DMSO (Arulkumar *et al.*, 2018).

*Gracilaria edulis* menunjukkan efektivitas antibakteri yang kuat dengan menggunakan metanol terhadap *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* (16 mm), serta *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (15 mm) (Arulkumar *et al.*, 2018). Selain itu, ekstrak etil asetat dari spesies ini juga menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *Vibrio fluvialis* (19,3 mm) dan *Vibrio campbellii* (11,5 mm), menunjukkan variasi efektivitas tergantung pada jenis bakteri (Kasanah *et al.*, 2019). *Gracilaria verrucosa*, dengan ekstraksi menggunakan etil asetat, menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *Vibrio harveyi* (17,17 mm) (Rudi & Ramadhani, 2022). Hasil ini menunjukkan bahwa spesies ini, dengan pelarut yang tepat, memiliki potensi aplikasi dalam mengatasi infeksi yang disebabkan oleh *Vibrio*.

*Gracilaria fisheri*, ketika diekstraksi dengan air, menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *Staphylococcus aureus* (16,28 mm) dan *Staphylococcus epidermidis* (15,33 mm) (Patthamasopsakul *et al.*, 2024). Ini menunjukkan bahwa beberapa spesies *Gracilaria* mungkin mengandung senyawa antibakteri yang larut dalam air, menambah opsi ekstraksi untuk aplikasi antibakteri. *Gracilaria salicornia* menunjukkan hasil yang bervariasi tergantung pada pelarut dan bakteri yang diuji. Spesies ini menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* saat diekstraksi menggunakan pelarut heksana, etil asetat, kloroform, dan metanol, dengan zona hambat berkisar antara 7,4 mm hingga 17,3 mm (Momuat *et al.*, 2024; Bahrin *et al.*, 2021). Hasil ini mengindikasikan bahwa *Gracilaria salicornia* memiliki potensi antibakteri yang baik dengan berbagai pelarut, meskipun efektivitasnya bervariasi.

Keberadaan senyawa bioaktif dalam genus *Gracilaria* seperti flavonoid, tanin, dan saponin memberikan kontribusi signifikan terhadap aktivitas antibakteri yang diamati. Flavonoid dikenal dapat merusak membran sel bakteri dan mengganggu metabolisme sel dengan membentuk kompleks dengan protein ekstraseluler, yang mengakibatkan pembengkakan dan pecahnya sel. Tanin bekerja dengan membentuk ikatan hidrogen dengan protein dalam sel bakteri, menyebabkan denaturasi protein dan gangguan pada metabolisme bakteri. Saponin, di sisi lain, menurunkan tegangan permukaan sel bakteri, yang dapat menyebabkan kebocoran sel dan keluarnya senyawa intraseluler, mengganggu integritas sel bakteri (Rahmitasari *et al.*, 2020). Hasil ini menunjukkan bahwa potensi antibakteri genus *Gracilaria* tidak seragam di antara spesies yang berbeda, dan oleh karena itu, pemilihan spesies serta metode ekstraksi yang tepat sangat penting untuk memaksimalkan aktivitas antibakterinya. Penelitian terhadap senyawa bioaktif dalam alga merah genus *Gracilaria* berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku dalam industri farmasi, terutama dalam pengembangan obat-obatan yang mengatasi infeksi bakteri yang resisten terhadap antibiotik konvensional.

**Tabel 2.** Rangkuman Data Aktivitas Antibakteri dari Genus *Gracilaria*

No	Nama Spesies	Pelarut	Terhadap Bakteri	Zona Hambat (mm)	Kategori Zona Hambat	Referensi
1	<i>Gracilaria</i> sp.	Etil Asetat	<i>Escherichia coli</i>	33.54	Sangat Kuat	(Kaimudin <i>et al.</i> , 2020)
			<i>Clostridium perfringens</i>	24.12		
			<i>Staphylococcus aureus</i>	29.14		
2	<i>Gracilaria gracilis</i>	Etanol	<i>Bacillus subtilis</i>	19	Kuat	(Capillo <i>et al.</i> , 2018)
		Metanol		12.6		
		Aseton		13.6		
		Kloroform		17.6		
		Dietil Eter		15.6		
3	<i>Gracilaria corticata</i>	Metanol	<i>Escherichia coli</i>	10	Sedang	(Arulkumar <i>et al.</i> , 2018)
		DMSO	<i>Staphylococcus aureus</i>	14	Kuat	
	<i>Gracilaria edulis</i>	Metanol	<i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Pseudomonas fluorescens</i>	16	Kuat	
			<i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i>	15	Kuat	
4	<i>Gracilaria verrucosa</i>	Etil Asetat	<i>Vibrio harveyi</i>	17.17	Kuat	(Rudi & Ramadhani, 2022)
5	<i>Gracilaria edulis</i>	Etil Asetat	<i>Vibrio fluvialis</i>	19.3	Kuat	(Kasanah <i>et al.</i> , 2019)
			<i>Vibrio compbelii</i>	11.5		
6	<i>Gracilaria fisheri</i>	Air	<i>Staphylococcus aureus</i>	16.28	Kuat	(Patthamasopsakul <i>et al.</i> , 2024)

No	Nama Spesies	Pelarut	Terhadap Bakteri	Zona Hambat (mm)	Kategori Zona Hambat	Referensi
			<i>Staphylococcus epidermidis</i>	15.33	Kuat	
7	<i>Gracilaria salicornia</i>	Heksana	<i>Staphylococcus aureus</i>	15.33	Kuat	(Momuat <i>et al.</i> , 2024)
			<i>Escherichia coli</i>	8.33	Sedang	
8	<i>Gracilaria salicornia</i>	Kloroform	<i>Staphylococcus aureus</i>	13.44	Kuat	(Bahrun <i>et al.</i> , 2021)
			<i>Escherichia coli</i>	17.3	Kuat	
		Etil Asetat	<i>Staphylococcus aureus</i>	8.53	Sedang	
			<i>Escherichia coli</i>	7.73	Sedang	
		Metanol	<i>Staphylococcus aureus</i>	7.4	Sedang	
			<i>Escherichia coli</i>	8.38	Sedang	

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian aktivitas antioksidan dari berbagai spesies genus *Gracilaria* yang diukur menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Metode ini merupakan salah satu cara yang umum digunakan untuk menilai kemampuan senyawa dalam menetralkan radikal bebas. Nilai IC<sub>50</sub> yang diperoleh dari pengujian ini menunjukkan konsentrasi ekstrak yang diperlukan untuk mengurangi 50% dari radikal DPPH, di mana nilai IC<sub>50</sub> yang lebih rendah mengindikasikan potensi antioksidan yang lebih baik (Suena & Antari, 2020). Ekstrak *Gracilaria* sp. yang menggunakan etanol sebagai pelarut menunjukkan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 0,013 mg/mL. Nilai ini sangat rendah, yang menunjukkan bahwa konsentrasi yang sangat kecil dari ekstrak ini sudah cukup untuk menetralkan radikal bebas, sehingga menunjukkan potensi antioksidan yang sangat baik. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dalam *Gracilaria* sp., seperti polifenol dan flavonoid, berkontribusi signifikan terhadap aktivitas antioksidan (Hidayati *et al.*, 2023).

**Tabel 3.** Rangkuman Data Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH dari Genus *Gracilaria*

No	Nama Spesies	Pelarut	IC <sub>50</sub> (mg/mL)	Referensi
1	<i>Gracilaria</i> sp.	Metanol	5.6	(Assaw <i>et al.</i> , 2018)

No	Nama Spesies	Pelarut	IC <sub>50</sub> (mg/mL)	Referensi
2	<i>Gracilaria salicornia</i>	Heksana	1.38	(Momuat <i>et al.</i> , 2024)
3	<i>Gracilaria</i> sp.	Etanol	0.013	(Sasadara & Wirawan, 2021)
4	<i>Gracilaria longissima</i>	Metanol	0.027	(Akhter <i>et al.</i> , 2024)
5	<i>Gracilaria edulis</i>	Etil Asetat	3.17	(Gunathilaka <i>et al.</i> , 2019)
		Metanol	3.19	
6	<i>Gracilaria fisheri</i>	Etanol	0.014	(Patthamasopsakul <i>et al.</i> , 2024)
		Air	0.008	
7	<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	Etil Asetat	0.3	(Ouahabi <i>et al.</i> , 2023)
		Metanol	0.46	
		Air	0.17	

Selain itu, spesies dari genus *Gracilaria* lainnya juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang bervariasi. Salah satu contohnya, yaitu *Gracilaria changii* dan *Gracilaria domingensis* menunjukkan nilai IC<sub>50</sub> yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Gracilaria* sp. yang diekstraksi dengan etanol, yang menunjukkan bahwa meskipun mereka memiliki potensi antioksidan, efektivitasnya tidak sekuat *Gracilaria* sp. yang diekstraksi dengan etanol. Kandungan senyawa fenolik dan flavonoid dalam genus *Gracilaria* berperan penting dalam aktivitas antioksidan. Senyawa-senyawa ini memiliki kemampuan untuk menangkap radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif, yang dapat menyebabkan kerusakan seluler. Penelitian menunjukkan bahwa flavonoid dapat melindungi sel dari kerusakan oksidatif dengan cara menghambat reaksi yang menghasilkan radikal bebas (Kusuma & Putri, 2020).

**Tabel 4.** Kandungan Pigmen Warna dari Genus *Gracilaria*

No	Nama Spesies	Pigmen Warna	Konsentrasi	Referensi
1	<i>Gracilaria</i> sp.	Karotenoid	0.91 mol/g	(Hidayati <i>et al.</i> , 2023)
		Klorofil	0.43 mg/g	
2	<i>Gracilaria corticata</i>	Fikoeritrin	0.24 mg/g	(Sudhakar <i>et al.</i> , 2014)

No	Nama Spesies	Pigmen Warna	Konsentrasi	Referensi
3	<i>Gracilaria</i> sp.	Karotenoid	5.90 mol/g	(Yudiati <i>et al.</i> , 2021)
		Klorofil	25.79 mg/g	
4	<i>Gracilaria gracilis</i>	Fikoeritrin	3.58 mg/g	(Pereira <i>et al.</i> , 2020)
5	<i>Gracilaria longissima</i>	Karotenoid	0.05 mg/g	(Bermejo <i>et al.</i> , 2020)
		Klorofil	0.248 mg/g	
		Fikoeritrin	1.384 mg/g	

Tabel 4 memperlihatkan bahwa beberapa spesies dari genus *Gracilaria* mengandung berbagai pigmen alami, termasuk karotenoid, klorofil, dan fikoeritrin. Karotenoid, yang memberikan warna oranye atau kuning pada alga, memiliki sifat antioksidan yang kuat dan dapat melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas. Selain itu, pigmen ini juga berperan dalam menjaga kesehatan mata dan kulit. Klorofil, yang dikenal sebagai pigmen hijau, tidak hanya berfungsi dalam proses fotosintesis tetapi juga memiliki potensi sebagai agen detoksifikasi dalam tubuh manusia (Kumar *et al.*, 2020). Menariknya, *Gracilaria corticata* mengandung fikoeritrin sebesar 0,24 mg/g, yaitu pigmen merah yang berperan sebagai antioksidan dan memiliki sifat antiinflamasi. Fikoeritrin saat ini sedang dipertimbangkan untuk penggunaannya dalam industri farmasi dan kosmetik karena manfaat kesehatannya serta kemampuannya sebagai pewarna alami (Lee *et al.*, 2021). Pigmen-pigmen ini juga sangat berpotensi untuk digunakan dalam industri makanan, menggantikan pewarna sintetis yang kerap menimbulkan efek samping (Achmad & Sugiarto, 2020).

Selain dalam bidang kesehatan, alga merah genus *Gracilaria* juga memiliki potensi besar dalam berbagai sektor industri. Meningkatnya kesadaran konsumen akan risiko pewarna sintetis dan bahan kimia dalam produk makanan, kosmetik, dan farmasi mendorong industri untuk mencari alternatif alami. Pewarna alami yang dihasilkan dari genus *Gracilaria* dapat menjadi alternatif yang aman dan ramah lingkungan. Lebih jauh lagi, aktivitas antibakteri dan antioksidan yang dimiliki oleh genus *Gracilaria* dapat dimanfaatkan dalam pengembangan produk-produk kesehatan, seperti suplemen makanan, obat herbal, dan produk perawatan kulit. Penelitian lebih lanjut dapat mengarah pada pengembangan inovasi di berbagai sektor, dari farmasi hingga industri makanan dan kosmetik, dengan memanfaatkan sumber daya alam yang berkelanjutan seperti makroalga ini.

#### 4. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, alga merah *Gracilaria* merupakan sumber daya alam yang kaya akan senyawa bioaktif dengan potensi besar dalam aktivitas antibakteri, antioksidan, dan sebagai pewarna alami. Spesies *Gracilaria* sp. menunjukkan potensi antibakteri yang sangat kuat dengan pelarut etil asetat, serta aktivitas antioksidan yang sangat baik dengan pelarut etanol,

ditandai oleh nilai IC<sub>50</sub> yang rendah. Selain itu, fikoeritrin dari *Gracilaria corticata* berfungsi sebagai pewarna alami yang juga memiliki sifat, ideal untuk aplikasi farmasi dan kosmetika. Penelitian yang lebih mendalam dapat mengembangkan alga merah dari genus *Gracilaria* sebagai bahan baku untuk produk kesehatan dan industri kosmetika yang aman serta ramah lingkungan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi mekanisme kerja senyawa bioaktif, serta untuk mengidentifikasi dan mengisolasi senyawa-senyawa tersebut. Selain itu, studi tentang stabilitas dan efektivitas produk berbasis alga merah *Gracilaria* dalam aplikasi nyata juga penting untuk dilakukan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Institusi Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana atas dukungan dan fasilitas yang diberikan dalam penulisan *literature review* ini. Terima kasih atas kesempatan, bimbingan, dan sarana yang memungkinkan penulisan artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Z. & Sugiarto, B. (2020). Ekstraksi antosianin dari biji alpukat sebagai pewarna alami. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 12(2), 134–143.
- Afonso, C., Correia, A. P., Freitas, M. V., Mouga, T., & Baptista, T. (2021). In vitro evaluation of the antibacterial and antioxidant activities of extracts of *Gracilaria gracilis* with a view into its potential use as an additive in fish feed. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(14), 1–17.
- Akhter, M., Ullah, M. R., Khan, A. B. S., Hasan, M. M., Yasmin, F., Bosu, A., Haque, M. A., Islam, M. M., Islam, M. A., & Mahmud, Y. (2024). Assessment of different solvents effect on bioactive compounds, antioxidant activity and nutritional formation of red seaweed, *Gracilaria longissima*, from Bay of Bengal, Bangladesh. *Discover Food*, 4(1), 1–12.
- Apriandi, A., Putri, R. M. S., & Tanjung, I. (2020). Karakterisasi, aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif bulu babi (*Diadema savignyi*) dari Perairan Pantai Trikora Tiga Pulau Bintan. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 37(1), 49–54.
- Arulkumar, A., Rosemary, T., Paramasivam, S., & Rajendran, R. B. (2018). Phytochemical composition, in vitro antioxidant, antibacterial potential and GC-MS analysis of red seaweeds (*Gracilaria corticata* and *Gracilaria edulis*) from Palk Bay, India. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 15, 63–71.
- Assaw, S., Rosli, N. L., Adilah, N., Azmi, M., Mazlan, N. W., & Ismail, N. (2018). Antioxidant and antibacterial activities of polysaccharides and methanolic crude extracts of local edible red seaweed *Gracilaria* sp. *IMalays. Appl. Biol*, 47(4), 135–144.
- Bahrin, Soekanto, N. H., & Firdaus. (2021). In vitro and in silico analysis for antibacterial activities of various extracts of *Gracilaria salicornia* (Rhodophyta) from Selayar Islands, Indonesia. *Egyptian Journal of Chemistry*, 64(12), 7103–7112.
- Bermejo, R., Macías, M., Sánchez-García, F., Love, R., Varela-Álvarez, E., & Hernández, I. (2020). Influence of irradiance, dissolved nutrients and salinity on the colour and nutritional characteristics of *Gracilaria longissima* (Rhodophyta). *Algal Research*, 52, 1–11.

- Capillo, G., Savoca, S., Costa, R., Sanfilippo, M., Rizzo, C., Giudice, A. Lo, Albergamo, A., Rando, R., Bartolomeo, G., Spanò, N., & Faggio, C. (2018). New insights into the culture method and antibacterial potential of *Gracilaria gracilis*. *Marine Drugs*, 16(12), 1–21.
- Chan, P. T., & Matanjun, P. (2017). Chemical composition and physicochemical properties of tropical red seaweed, *Gracilaria changii*. *Food Chemistry*, 221, 302–310.
- Rahmitasari, R., Suryani, D., & Hanifa, N. I. (2020). Aktivitas antibakteri ekstrak etanolik daun juwet (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) terhadap bakteri isolat klinis *Salmonella typhi*. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 17(1), 138–148.
- Guaratini, T., Lopes, N. P., Marinho-Soriano, E., Colepicolo, P., & Pinto, E. (2012). Antioxidant activity and chemical composition of the non polar fraction of *Gracilaria domingensis* (Kützinger) Sonder ex Dickie and *Gracilaria birdiae* (Plastino & Oliveira). *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 22(4), 724–729.
- Gunathilaka, T. L., Samarakoon, K. W., Ranasinghe, P., & Peiris, L. C. D. (2019). In-vitro antioxidant, hypoglycemic activity, and identification of bioactive compounds in phenol-rich extract from the marine red algae *Gracilaria edulis* (Gmelin) Silva. *Molecules*, 24(20), 1–17.
- Hidayati, J. R., Karlina, I., Ningsih, D. P. N., Wijaya, A., & Bahry, M. S. (2023). Bioactive compounds and antioxidant activity of tropical red algae *Gracilaria* sp. from Bintan Island, Indonesia. *Earth and Environmental Science*, 1148(1), 1–8.
- Insani, A. N., Hafiludin, H., & Chandra, A. B. (2022). Pemanfaatan Ekstrak *Gracilaria* sp. dari Perairan Pamekasan sebagai Antioksidan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 3(1), 16–25.
- Iznillillah, W., Jumiono, A., & Fanani, M. Z. (2023). Perbandingan proksimat, antioksidan, dan antosianin pada berbagai produk olahan pangan dengan penambahan pewarna alami bunga telang. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 5(2), 163–174.
- Kaimudin, M., Manduapessy, K. R. W., & Sumarsana. (2020). Potential of seaweed *Gracilaria* sp. as inhibitors of *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* and *Staphylococcus aureus*. *Earth and Environmental Science*, 517(1), 1–8.
- Kasanah, N., Amelia, W., Mukminin, A., Triyanto, & Isnansetyo, A. (2018). Antibacterial activity of Indonesian red algae *Gracilaria edulis* against bacterial fish pathogens and characterization of active fractions. *Natural Product Research*, 33(22), 3303–3307.
- Kumar, D., Singh, H., Raj, S., & Soni, V. (2020). Chlorophyll a fluorescence kinetics of mung bean (*Vigna radiata* L.) grown under artificial continuous light. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 24, 1–7.
- Kumar, Y., Tarafdar, A., & Badgujar, P. C. (2021). Seaweed as a source of natural antioxidants: therapeutic activity and food applications. *Journal of Food Quality*, 2021, 1–17.
- Kurniawati, I. F., & Sutoyo, S. (2020). Article review: the potentation of breadfruit flowers (*Artocarpus altilis* [Park.] Fosberg as natural antioxidant. *UNESA Journal of Chemistry*, 10(1), 1–11.
- Kusuma, M. A., & Putri, N. A. (2020). Review: asam lemak virgin coconut oil (VCO) dan manfaatnya untuk kesehatan. *AGRINIKA: Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis*, 4(1), 93–107.

- Lee, M. C., Yeh, H. Y., Jhang, F. J., Lee, P. T., Lin, Y. K., & Nan, F. H. (2021). Enhancing growth, phycoerythrin production, and pigment composition in the red alga *Coelaconema* sp. through optimal environmental conditions in an indoor system. *Bioresource Technology*, 333, 1–11.
- Momuat, L. I., Rompas, R. M., Pontoh, J., Sanger, G., Mantiri, D. M. H., Posangi, J., & Kepel, R. C. (2024). Antioxidant and antibacterial compounds of *Gracilaria salicornia* from the coastal waters of Nain Island, Indonesia. *AACL Bioflux*, 17, 886–896.
- Murray, C. J., Ikuta, K. S., Sharara, F., Swetschinski, L., Robles Aguilar, G., Gray, A., Han, C., Bisignano, C., Rao, P., Wool, E., Johnson, S. C., Browne, A. J., Chipeta, M. G., Fell, F., Hackett, S., Haines-Woodhouse, G., Kashef Hamadani, B. H., Kumaran, E. A. P., McManigal, B., ... Naghavi, M. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *The Lancet*, 399(10325), 629–655.
- Ndahawali, S., Tarigan, N., Tega, Y. R., Henggu, K. U., & Meiyasa, F. (2021). Analisis kandungan fitokimia beberapa jenis makroalga dari Perairan Pantai Londalima Kabupaten Sumba Timur. *Jambura Fish Processing Journal*, 3(2), 46–50.
- Ouahabi, S., Loukili, E. H., Daoudi, N. E., Chebaibi, M., Ramdani, M., Rahhou, I., Bnouham, M., Fauconnier, M. L., Hammouti, B., Rhazi, L., Ayerdi Gotor, A., Dépeint, F., & Ramdani, M. (2023). Study of the phytochemical composition, antioxidant properties, and in vitro anti-diabetic efficacy of *Gracilaria bursa-pastoris* Extracts. *Marine Drugs*, 21(7), 1–25.
- Patthamasopsakul, R., Songsak, T., Kunaratnpruk, S., & Sucontphunt, A. (2024). Comparative study: extraction conditions and antioxidant and antibacterial activities of *Gracilaria fisheri*. *Journal of Current Science and Technology*, 14(3), 1–8.
- Pawestri, S., Wijayanti, R., & Kurnianto, D. (2021). Kajian pustaka: potensi kandungan polifenol pada *Sargassum* sp. sebagai alternatif penanganan diabetes mellitus tipe 2. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 6(2), 13–34.
- Pereira, T., Barroso, S., Mendes, S., Amaral, R. A., Dias, J. R., Baptista, T., Saraiva, J. A., Alves, N. M., & Gil, M. M. (2020). Optimization of phycobiliprotein pigments extraction from red algae *Gracilaria gracilis* for substitution of synthetic food colorants. *Food Chemistry*, 321, 1–9.
- Purwaningsih, S., Ramadhan, W., Nabila, W. T., Deskawati, E., & Baabud, H. M. (2024). Dataset on the chemical composition and bioactive compound of estuarine seaweed *Gracilaria* from four different cultivation area in Java and Lombok Island, Indonesia. *Data in Brief*, 56, 1–11.
- Rimmer, M. A., Larson, S., Lapong, I., Purnomo, A. H., Pong-masak, P. R., Swanepoel, L., & Paul, N. A. (2021). Seaweed aquaculture in indonesia contributes to social and economic aspects of livelihoods and community wellbeing. *Sustainability (Switzerland)*, 13(19), 1–22.
- Rudi, M., & Ramadhani, D. E. (2022). Uji daya hambat ekstrak rumput laut *Gracilaria verrucosa* terhadap bakteri *Vibrio harveyi*. *Jurnal Kemaritiman: Indonesian Journal of Maritime*, 3(1), 18–23.
- Sasadara, M. M. V., & Wirawan, I. G. P. (2021). Effect of extraction solvent on total phenolic content, total flavonoid content, and antioxidant activity of Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) Seaweed. *Earth and Environmental Science*, 712(1), 1–9.

- Silva, A., Silva, S. A., Carpena, M., Garcia-Oliveira, P., Gullón, P., Barroso, M. F., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2020). Macroalgae as a source of valuable antimicrobial compounds: Extraction and applications. *Antibiotics*, 9(10), 1–41.
- Sudhakar, J. M., Saraswathi, M., & Nair, B. B. (2014). Extraction, purification and application study of R-Phycoerythrin from *Gracilaria corticata*. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 5(4), 371–374.
- Suena, S., & Antari, U. (2020). Uji aktivitas antioksidan maserat air biji kopi (*Coffea canephora*) hijau pupuan dengan metode DPPH. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 6(2), 111–117.
- Torres, P., Santos, J. P., Chow, F., & dos Santos, D. Y. A. C. (2019). A comprehensive review of traditional uses, bioactivity potential, and chemical diversity of the genus *Gracilaria* (Gracilariales, Rhodophyta). *Algal Research*, 37, 288–306.
- Yudiati, E., Nugroho, A. A., Sedjati, S., Arifin, Z., & Ridlo, A. (2021). The agar production, pigment and nutrient content in *Gracilaria* sp. grown in two habitats with varying salinity and nutrient levels. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 14(4), 755–761.