

Tinjauan Pustaka

Review: Fitokimia dan Aktivitas Farmakologi dari *Alga Kappaphycus alvarezii*

Putu Siska Angelina Pramesti^{1*}, Putu Oka Samirana², Anak Agung Gede Rai Yadnya Putra³

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

²Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana Indonesia

³Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana Indonesia

*Penulis Korespondensi

Abstrak– *Kappaphycus alvarezii* merupakan salah satu alga merah yang termasuk ke dalam keluarga Solieriaceae. *Kappaphycus alvarezii* mayoritas dikembangkan di kawasan pesisir dan memiliki potensi ekonomi yang besar. Seiring berjalannya waktu, budidaya *Kappaphycus alvarezii* semakin terus meningkat karena mulai dikenal untuk kebutuhan industri makanan, farmasi, dan kosmetik. Kajian ini disusun dengan tujuan untuk merangkum senyawa fitokimia dan aktivitas farmakologi dari *Kappaphycus alvarezii*. Pencarian data diperoleh dari jurnal internasional dan nasional melalui database berbasis ilmiah yaitu Google Scholar, Science Direct, dan PubMed. Berdasarkan literatur yang telah dikumpulkan, sebanyak 13 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Hasilnya menunjukkan *Kappaphycus alvarezii* mengandung metabolit sekunder yaitu fenolik, flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan sterol. Selain itu, isolat yang berhasil diisolasi dari tanaman ini salah satunya adalah fikoeritrin. Mayoritas hasil studi telah menunjukkan bahwa ekstrak maupun isolat aktif dari *Kappaphycus alvarezii* memiliki aktivitas farmakologi yang potensial seperti antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, antikanker, antijamur, dan antidiabetes. Berbagai hasil studi tersebut menunjukkan potensi *Kappaphycus alvarezii* sebagai agen terapeutik sehingga berpotensi dikembangkan lebih lanjut dalam pengobatan alternatif dan komplementer.

Kata Kunci– Farmakologi, Fitokimia, *Kappaphycus alvarezii*, Metabolit Sekunde

1. PENDAHULUAN

Penggunaan alga laut dalam berbagai aplikasi industri semakin mendapat perhatian, terutama karena kandungan senyawa bioaktifnya yang bermanfaat bagi kesehatan. Salah satu alga yang telah diidentifikasi memiliki potensi besar adalah *Kappaphycus alvarezii*. *Kappaphycus alvarezii* yang juga dikenal sebagai *Eucheuma cottonii* adalah alga merah yang mayoritas dikembangkan di kawasan pesisir dan memiliki potensi ekonomi yang besar. Seiring berjalannya waktu, budidaya *Kappaphycus alvarezii* semakin terus meningkat karena mulai dikenal untuk kebutuhan industri makanan, farmasi, dan kosmetik (Arsianti *et al.*, 2018; Parenrengi *et al.*, 2020). Tanaman ini memiliki talus bercabang dengan bentuk pipih, serta cabang-cabangnya tidak teratur karena ditutupi oleh nodul-nodul dengan permukaannya yang licin dan bertekstur kenyal (Mohammad *et al.*, 2019).

Saat ini, komoditas perkembangan *Kappaphycus alvarezii* menyebar di berbagai wilayah Indonesia. Sebanyak 65% dari total produksi dan pengembangan rumput laut di perairan Indonesia adalah jenis *Kappaphycus alvarezii* (Rimmer *et al.*, 2021; Simatupang *et al.*, 2021). Sentra pengembangan kawasan budidaya rumput laut di Indonesia tersebut tersebar di beberapa wilayah dengan potensi yang cukup besar berada di wilayah Sulawesi, Nusa Tenggara Timur, Bali, dan Maluku (KKP, 2019). Metabolit sekunder seperti fenolik, flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan sterol dalam *Kappaphycus alvarezii* berperan penting dalam manfaat biologis dan farmakologis (Das *et al.*, 2023). Fenolik dan flavonoid dikenal karena sifat antioksidan dan

antiinflamasi yang efektif melawan radikal bebas, serta berpotensi mencegah penyakit degeneratif, kanker, dan diabetes (Mutha *et al.*, 2021). Alkaloid menunjukkan potensi sebagai agen antikanker dan antimikroba (Dhyani *et al.*, 2022; Thawabteh *et al.*, 2019), sedangkan terpenoid dan sterol berperan sebagai antiinflamasi, antimikroba, serta penurun kolesterol, yang melindungi tubuh dari penyakit kardiovaskular (Masyita *et al.*, 2022).

Hingga saat ini, data *Kappaphycus alvarezii* masih terbatas, hanya beberapa penelitian ilmiah yang dipublikasikan mengenai *Kappaphycus alvarezii* yang membuktikan bahwa tanaman ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai tanaman obat. Oleh karena itu, tujuan dari penyusunan kajian ini adalah untuk merangkum senyawa fitokimia dan aktivitas farmakologi dari *Kappaphycus alvarezii*. Sehingga kajian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk menghasilkan pengobatan alternatif dan komplementer yang lebih optimal.

2. METODE

Pencarian sistematis dilakukan untuk menemukan semua publikasi (jurnal internasional dan nasional yang berbahasa yang Inggris dan Indonesia) melalui website dan database berbasis ilmiah yaitu Google Scholar, Science Direct, dan PubMed yang diterbitkan dari tahun 2015 hingga Januari 2024. Dalam pencarian artikel digunakan kata kunci berupa “*Kappaphycus alvarezii*, Pharmacology, Phytochemical” atau “*Kappaphycus alvarezii*, Pharmacology, Secondary Metabolite”. Kriteria inklusi melibatkan artikel yang berkaitan dengan semua aspek mengenai profil fitokimia dan aktivitas farmakologi dari *Kappaphycus alvarezii* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Artikel dikecualikan dari artikel utama jika berupa artikel tinjauan, artikel konferensi, tesis, skripsi, dan jika tidak terdapat data yang tersedia untuk diambil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 13 literatur yang ditinjau pada tinjauan ini. Pemilihan artikel didasari oleh kriteria inklusi dan eksklusi yang sudah ditentukan. Artikel yang terpilih didominasi oleh studi *in vitro* dengan metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl), MTT (3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Diphenyltetrazolium Bromide), difusi cakram, dan difusi sumur. Artikel pendukung digunakan sebagai pendukung informasi tambahan yang relevan dengan topik utama yang ditemukan dalam jurnal referensi dalam review artikel ini. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, data aktivitas farmakologi alga *Kappaphycus alvarezii* dari berbagai literatur dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Review Artikel Aktivitas Farmakologi *Kappaphycus alvarezii*

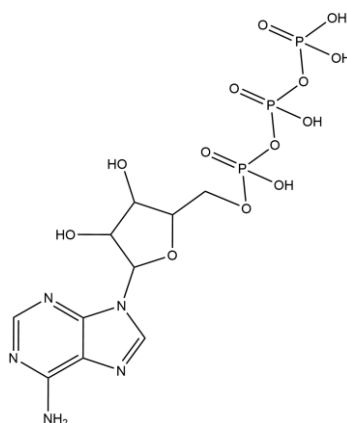
Sampel	Desain Penelitian	Aktivitas Farmakologi	Kategori	Pustaka
Ekstrak etanol polisakarida <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vitro</i>	Antioksidan	Sedang	(Bhuyar <i>et al.</i> , 2020)
Ekstrak pigmen karotenoid (Kloroform, etanol, etil asetat, dan	<i>In Vitro</i>	Antioksidan	Sedang	(Rajaram <i>et al.</i> , 2021)

Sampel	Desain Penelitian	Aktivitas Farmakologi	Kategori	Pustaka
metanol) <i>Kappaphycus alvarezii</i>				
Ekstrak etanol, metanol, dan air <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vitro</i>	Antioksidan	Sedang	(Rajapaksha <i>et al.</i> , 2024)
Ekstrak kloroform, air, dan etanol <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vitro</i>	Antibakteri	Kuat	(Deepa <i>et al.</i> , 2018)
Ekstrak metanol <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vitro</i>	Antibakteri	Sedang-kuat	(Seetharaman <i>et al.</i> , 2016)
Ekstrak etanol, etil asetat, dan kloroform <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vitro</i>	Antibakteri	Potensial	(Sharan & Vennila, 2021)
Ekstrak metanol <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vivo</i>	Antiinflamasi	Kuat	(Makkar & Chakraborty, 2018)
Ekstrak air <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vivo</i>	Antiinflamasi	Kuat	(Teo <i>et al.</i> , 2020)
Ekstrak metanol 70% <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vitro</i>	Antikanker	Lemah	(Chang <i>et al.</i> , 2017)
Sulfat polisakarida karagenan <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vitro</i>	Antikanker	Kuat	(Suganya <i>et al.</i> , 2016)
Ekstrak heksana, metanol, etanol, kloroform, dan etil asetat <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vitro</i>	Antikanker	Kuat	(Sharan & Vennila, 2021)
Ekstrak metanol, etanol, kloroform, dan aseton	<i>In Vitro</i>	Antijamur	Kuat	(Deepa <i>et al.</i> , 2018)

Sampel	Desain Penelitian	Aktivitas Farmakologi	Kategori	Pustaka
<i>Kappaphycus alvarezii</i>				
Ekstrak heksana, metanol, etanol, kloroform, dan etil asetat <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vitro</i>	Antijamur	Kuat	(Sit <i>et al.</i> , 2018)
Fraksi II pelarut etanol <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vivo</i>	Antidiabetes	Sedang	(Yulianti <i>et al.</i> , 2022)
Ekstrak metanol <i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>In Vivo</i>	Antidiabetes	Kuat	(Cyriac & Eswaran, 2015)

3.1. Kandungan Fitokimia dari *Kappaphycus alvarezii*

Hasil penelusuran mengenai kandungan fitokimia, ekstrak metanol *Kappaphycus alvarezii* menunjukkan adanya kandungan fenolik, flavonoid, alkaloid, steroid, dan terpenoid (Sernita *et al.*, 2023). Bromofenol, asam fenolik, dan flavonoid adalah contoh senyawa fenolik yang dominan pada alga merah. Struktur kimia senyawa fenolik ini ditandai oleh keberadaan cincin aromatik yang memiliki gugus hidroksil terikat padanya (Lomartire *et al.*, 2021). Alkaloid merupakan golongan senyawa metabolit sekunder yang bersifat basa dengan satu atau lebih atom nitrogen yang umumnya berada dalam gabungan sistem siklik. Sebagian besar alkaloid yang diisolasi dari alga merah adalah alkaloid indol dan alkaloid indol terhalogenasi (Pérez *et al.*, 2016). Terpenoid dan steroid terdapat dalam jumlah kecil (Yulianti *et al.*, 2022). Senyawa isolat yang telah teridentifikasi dari *Kappaphycus alvarezii* adalah fikoeritrin. Pigmen fikoeritrin memiliki potensi yang tinggi untuk dikembangkan sebagai pewarna alami pengganti pewarna sintesis yang bersifat karsinogenik. Fikoeritrin dilaporkan memiliki berbagai aktivitas biologis, seperti antivirus, antioksidan, antiinflamasi, antidiabetik, antitumor, antihipertensi, immunosupresif, dan neuroprotektif. Fikoeritrin merupakan salah satu pigmen paling stabil di antara semua yang termasuk dalam fikobiliprotein karena memiliki sub unit γ yang terletak di pusat rongga molekul (Fleurence, 2003). Struktur fikoeritrin terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Fikoeritrin

3.2. Aktivitas Antioksidan *Kappaphycus alvarezii*

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menyumbangkan elektron untuk menghentikan proses oksidasi, sehingga dapat melindungi tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas (Hasanuddin, 2023). Dalam penelitian Rajaram *et al.* (2021) dilakukan uji antioksidan dengan DPPH terhadap perbedaan pelarut dari ekstrak *Kappaphycus alvarezii*, hasilnya pelarut metanol pada konsentrasi 1,4 mg/ml menunjukkan aktivitas penghambatan tertinggi terhadap radikal DPPH dengan inhibisi radikal DPPH mencapai 79%. Uji DPPH merupakan salah satu metode tercepat untuk menentukan aktivitas antioksidan karena stabilitas dan kemudahan penggunaannya (Nurshahida *et al.*, 2020). Penelitian lain mengukur kemampuan ekstrak etanol polisakarida *Kappaphycus alvarezii* untuk menangkap radikal bebas DPPH. Polisakarida dari alga merah (*Kappaphycus alvarezii*) menunjukkan aktivitas penghambatan radikal dengan IC₅₀ sebesar 0.6451 mg/mL. Selain itu, aktivitas antioksidan juga dapat dilakukan dengan uji ABTS (2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diikuti oleh alga merah dengan IC₅₀ sebesar 7,859±0,09 mg/mL (Bhuyar *et al.*, 2020). Rajapaksha *et al.* (2024) melaporkan persentase aktivitas penghambatan radikal ekstrak etanol *Kappaphycus alvarezii* berkisar antara 29,3% hingga 46,1% untuk morfotipe hijau, sementara morfotipe coklat berkisar antara 23,6% hingga 36,7%. Aktivitas antioksidan yang tinggi pada *Kappaphycus alvarezii* menunjukkan kemampuannya sebagai penangkap radikal bebas yang potensial, sehingga memiliki efek menguntungkan bagi kesehatan manusia dan pencegahan penyakit.

3.3. Aktivitas Antibakteri *Kappaphycus alvarezii*

Penelitian oleh Deepa *et al.* (2023) melaporkan bahwa flavonoid dan senyawa fenolik dalam *Kappaphycus alvarezii* dapat bertanggung jawab atas aktivitas antibakteri. Aktivitas antibakteri diuji dengan metode disk difusi, diikuti dengan prosedur standar untuk menentukan MIC, MBC, persentase inhibisi, IC₅₀, dan LC₅₀. Enam organisme uji yang berbeda digunakan untuk menguji aktivitas antibakteri. Aktivitas antibakteri dari ekstrak etanol *Kappaphycus alvarezii* menghasilkan zona hambat 15,4±1,8 mm terhadap *Enterococcus faecalis* pada konsentrasi 250µg/cakram, yang diikuti oleh ekstrak yang sama terhadap *Staphylococcus aureus* (14,9±2,3 mm) dan ekstrak akuades *Kappaphycus alvarezii* terhadap *Staphylococcus aureus* (14,8±1,0 mm). Hasil dari penetapan Minimum Inhibition Concentration (MIC) ekstrak akuades *Kappaphycus alvarezii* efektif menghambat *Staphylococcus aureus* var. hemolitikus pada 383,3±57,7. Pertumbuhan *Enterococcus faecalis* paling baik dikendalikan

oleh ekstrak aquades dengan mengacu pada nilai *Minimum Bactericidal Concentration* (MBC) ($516,6 \pm 50,0$ µg/ml). Konsentrasi IC_{50} yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan *Enterococcus faecalis* adalah 1347,8 µg/ml sedangkan ekstrak kloroform diperlukan 1586,9 µg/ml untuk menyebabkan LC_{50} . Aktivitas antibakteri dilakukan lagi dengan menguji ekstrak metanol *Kappaphycus alvarezii* menggunakan metode difusi cakram terhadap lima bakteri. Hasilnya menunjukkan ekstrak metanol memiliki penghambatan tertinggi yang diamati pada *Escherichia coli* sebesar 7 mm dan *Staphylococcus aureus* sebesar 8 mm (30 µg/ml) (Seetharaman *et al.*, 2016). Studi lain memiliki hasil yang serupa dalam membuktikan bahwa *Kappaphycus alvarezii* dapat menghambat mikroba patogen oral, seperti *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans* yang menyebabkan gingivitis dan periodontitis pada manusia (Sharan & Vennila, 2021). *Kappaphycus alvarezii* memiliki potensi sebagai sumber alami antibakteri yang efektif, terutama dalam melawan bakteri patogen yang umum, termasuk yang menyebabkan infeksi oral. Potensinya terlihat dari hasil signifikan dalam zona hambat, nilai MIC, dan MBC dalam kategori lemah-sedang (Praptiwi & Fathoni, 2022).

3.4. Aktivitas Antiinflamasi *Kappaphycus alvarezii*

Antiinflamasi mengacu pada kemampuan suatu zat atau pengobatan untuk mengurangi peradangan, yang merupakan sekitar setengah dari analgesik, dan meredakan nyeri dengan mengurangi peradangan (Suganya *et al.*, 2016). Sebuah penelitian oleh Makkar dan Chakraborty (2018) menunjukkan penghambatan siklooksigenase-1 (COX-1), siklooksigenase-2 (COX-2), dan 5-lipoksigenase (5-LOX) oleh poligalaktan tersulfat yang diekstrak dari ekstrak air *Kappaphycus alvarezii*. Kehadiran polisakarida dan meroterpenoid teroksigenasi juga menghambat COX-1, COX 2, dan 5-LOX. Poligalaktan sulfat dari *Kappaphycus alvarezii* menunjukkan aktivitas penghambatan COX-1 dan COX-2 (nilai IC_{50} masing-masing 0,01 dan 0,06 mg/mL). *Kappaphycus alvarezii* poligalaktan juga menunjukkan aktivitas penghambatan (5-LOX) (IC_{50} 0,34 mg/mL) (Makkar and Chakraborty, 2018). Studi terbaru lainnya menunjukkan bahwa ekstrak air *Kappaphycus alvarezii* dapat mengurangi tingkat kontraksi luka pada tikus yang terluka akibat eksisi yang sebanding dengan efek madu dalam meningkatkan penutupan luka (Teo *et al.*, 2020). *Kappaphycus alvarezii* memiliki potensi yang kuat sebagai agen antiinflamasi alami.

3.5. Aktivitas Antikanker *Kappaphycus alvarezii*

Ekstrak *Kappaphycus alvarezii* dilaporkan dapat mengurangi pertumbuhan sel kanker payudara, usus besar, hati, dan osteosarkoma, yang diyakini terkait dengan keberadaan alkaloid, saponin, steroid, gum, lendir, karbohidrat, dan karagenan (Suganya *et al.*, 2016). Dalam uji sitotoksitas ekstrak *Kappaphycus alvarezii* terhadap sel kanker payudara (MCF-7) menunjukkan bahwa ekstrak *Kappaphycus alvarezii* mengurangi viabilitas sel *Michigan Cancer Foundation-7* (MCF-7) dari 84,91% menjadi 0,81% dengan nilai IC_{50} sebesar $4,1 \pm 0,69$ mg/mL. Tingkat pertumbuhan tumor pada kelompok tikus yang tidak diobati secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok tikus yang diobati dengan ekstrak *Kappaphycus alvarezii*. Selain itu, kadar sel darah putih pada kelompok yang tidak diobati ditemukan secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok yang diobati dan kelompok normal (Chang *et al.*, 2017). Sebuah penelitian selanjutnya oleh Suganya *et al.* (2016) menggunakan uji MTT (3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Diphenyltetrazolium Bromide) terhadap beberapa lini sel kanker manusia, termasuk sel kanker payudara (MCF-7), kolon (HT-29), hati (Hep G2),

dan osteosarkoma (MG63). Karagenan asli menunjukkan aktivitas antikanker yang sangat baik pada lini sel karsinoma kolon ($67,66 \pm 0,168\%$) dengan nilai IC_{50} sebesar $73,87 \mu\text{g/mL}$ dan karagenan komersial memiliki penghambatan yang kuat terhadap pertumbuhan lini sel kanker payudara ($67,33 \pm 0,077\%$) dengan nilai IC_{50} sebesar $123,8 \mu\text{g/mL}$. Hasil ini dengan jelas menunjukkan efek menguntungkan dari karagenan asli dan komersial sebagai agen antikanker karena merupakan penangkap radikal bebas. Penelitian lain mengungkapkan bahwa ekstrak etanol, etil asetat, dan kloroform dari *Kappaphycus alvarezii* mampu mengurangi viabilitas sel kanker mulut (jalur sel KB-3-1) (Sharan & Vennila, 2021). Berdasarkan hasil penelitian tersebut, *Kappaphycus alvarezii* menunjukkan potensi sebagai agen antikanker alami dengan efek sitotoksik yang kuat pada sel kanker tertentu.

3.6. Aktivitas Antijamur *Kappaphycus alvarezii*

Uji aktivitas antijamur ekstrak *Kappaphycus alvarezii* menunjukkan bahwa ekstrak tersebut dapat menghambat pertumbuhan. Hasil pengujian dengan difusi sumur, ekstrak etanol dari *Kappaphycus alvarezii* menunjukkan aktivitas antijamur yang baik dengan zona hambatan maksimum $8,7 \text{ mm}$ pada konsentrasi $200 \mu\text{g/mL}$ (Deepa *et al.*, 2018). Selain itu, telah dilaporkan sebelumnya bahwa ekstrak *Kappaphycus alvarezii* yang diekstrak dengan pelarut etil asetat, etanol, heksana, kloroform, dan metanol menunjukkan kemampuan untuk menghambat pertumbuhan jamur *Trichophyton rubrum* dan *Trichophyton interdigitale*. Ekstrak *Kappaphycus alvarezii* memiliki aktivitas antijamur yang signifikan terhadap berbagai jenis jamur patogen pada konsentrasi rendah dengan zona hambatan yang kuat (Sit *et al.*, 2018).

3.7. Aktivitas Antidiabetes *Kappaphycus alvarezii*

Beberapa penelitian *in vivo* telah menunjukkan bahwa ekstrak *Kappaphycus alvarezii* dapat bertindak sebagai agen antidiabetes. Pada penelitian Yulianti *et al.* (2022) hasil pengujian secara *in vivo* terhadap tikus yang diberikan fraksi aktif dari *Kappaphycus alvarezii* menunjukkan potensi dalam menghambat proses glikasi dan mengurangi ekspresi gen RAGE ginjal, meskipun pengurangan kadar glukosa plasma tidak signifikan. Selain itu, percobaan lain dilakukan oleh Cyriac & Eswaran (2016) pada tikus yang diinduksi diabetes dengan alloxan dan diberi ekstrak *Kappaphycus alvarezii* (200 mg/kg dan 400 mg/kg), kadar glukosa darah berkurang secara signifikan. Kadar glukosa darah turun dari $288,3 \text{ mg/dL}$ (kontrol diabetes) menjadi $148,3 \text{ mg/dL}$ pada kelompok yang diberi dosis 200 mg/kg dan $116,55 \text{ mg/dL}$ pada kelompok yang diberi dosis 400 mg/kg . Secara keseluruhan, *Kappaphycus alvarezii* memiliki aktivitas antidiabetes yang sedang-kuat, meskipun mekanisme yang melibatkan glikasi mungkin tidak berhubungan langsung dengan penurunan glukosa (Yulianti *et al.*, 2022).

4. KESIMPULAN

Kappaphycus alvarezii merupakan salah satu jenis alga merah dari keluarga Solieriaceae, yang mayoritas dikembangkan di kawasan pesisir dan memiliki potensi ekonomi yang besar. Berdasarkan penelitian yang tersedia, *Kappaphycus alvarezii* mengandung berbagai senyawa fitokimia penting seperti fenolik, flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan steroid. Senyawa-senyawa ini diketahui memiliki beragam aktivitas farmakologis yang signifikan, termasuk aktivitas antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, antikanker, antijamur, dan antidiabetes. Meskipun data yang tersedia tentang *Kappaphycus alvarezii* masih terbatas, hasil-hasil penelitian ini memberikan dasar yang kuat bahwa alga merah ini memiliki peluang besar untuk dikembangkan lebih lanjut dalam industri makanan, kosmetik, dan farmasi khususnya sebagai

bahan baku obat alternatif dan komplementer. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat mendukung eksplorasi potensi terapeutik *Kappaphycus alvarezii* secara lebih luas dan optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moral dan intelektual, termasuk kepada Institusi Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Udayana atas fasilitas dan sumber daya yang telah disediakan untuk membantu penyusunan artikel ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih serta kepada pembimbing yang memberikan arahan dan masukan berharga sepanjang proses penulisan. Dengan adanya artikel ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan obat alternatif dan komplementer.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsianti, A., Kurniawan, G., Tejaputri, N. A., Qorina, F., Fithrotunnisa, Q., Azizah, N. N., & Fajrin, A. M. (2020). Phytochemical profile, antioxidant activity and cell line study of marine red macroalgae *Eucheuma cottonii* on Lung A-549 cancer cells. *Pharmacognosy Journal*, 12(2), 276-281.
- Bhuyar, P., Sundararaju, S., Rahim, M. H. A., Unpaprom, Y., Maniam, G. P., & Govindan, N. (2021). Antioxidative study of polysaccharides extracted from red (*Kappaphycus alvarezii*), green (*Kappaphycus striatus*) and brown (*Padina gymnospora*) marine macroalgae/seaweed. *SN Applied Sciences*, 3(4), 1-9.
- Chang, V. S., Okechukwu, P. N., & Teo, S. S. (2017). The properties of red seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) and its effect on mammary carcinogenesis. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 87, 296-301.
- Cyriac, B., & Eswaran, K. (2016). Anti-hyperglycemic effect of aqueous extract of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex. P. Silva in alloxan-induced diabetic rats. *Journal of Applied Phycology*, 28, 2507-2513.
- Das, D., Arulkumar, A., Paramasivam, S., Lopez-Santamarina, A., del Carmen Mondragon, A., & Miranda Lopez, J. M. (2023). Phytochemical constituents, antimicrobial properties and bioactivity of marine red seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) and seagrass (*Cymodocea serrulata*). *Foods*, 12(14), 2-15.
- Deepa, V. H., Acharya, A., Gupta, P., Kumar, R., & Sarkar, P. (2018). Antimicrobial potential of *Kappaphycus alvarezii* against plant pathogens. *International Journal of Current Research in Life Sciences*, 7(04), 1420-1425.
- Dhyani, P., Quispe, C., Sharma, E., Bahukhandi, A., Sati, P., Attri, D. C., ... & Cho, W. C. (2022). Anticancer potential of alkaloids: a key emphasis to colchicine, vinblastine, vincristine, vindesine, vinorelbine and vincamine. *Cancer cell international*, 22(1), 1-20.
- Fleurence, J. (2003). R-phycoerythrin from red macroalgae: strategies for extraction and potential application in biotechnology. *Appl. Biotechnol. Food Sci. Policy*, 1(1), 63-68.
- Hasanuddin, A. P. (2023). Analisis Kadar Antioksidan Pada Ekstrak Daun Binahong Hijau (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 8(2), 66-74.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). 2019. Peluang usaha dan investasi rumput laut. Diten penguatan daya saing produk kelautan dan perikanan. Direktorat Usaha dan Invertasi. Jakarta. 106 p.

- Lomartire, S., Cotas, J., Pacheco, D., Marques, J. C., Pereira, L., & Gonçalves, A. M. M. (2021). Environmental impact on seaweed phenolic production and activity: An important step for compound exploitation. *Marine Drugs*, 19(5), 1-20.
- Makkar, F., & Chakraborty, K. (2018). Antioxidant and anti-inflammatory oxygenated meroterpenoids from the thalli of red seaweed *Kappaphycus alvarezii*. *Medicinal Chemistry Research*, 27(8), 2016-2026.
- Masyita, A., Sari, R. M., Astuti, A. D., Yasir, B., Rumata, N. R., Emran, T. B., & Simal-Gandara, J. (2022). Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. *Food chemistry. X*, 13, 1-14.
- Mohammad, S. M., Razali, S. F. M., Mohamad Rozaiman, N. H. N., Laizani, A. N., & Zawawi, N. (2019). Application of seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) in Malaysian food products. *International Food Research Journal*, 26(2), 1677-1687.
- Mutha, R. E., Tatiya, A. U., & Surana, S. J. (2021). Flavonoids as natural phenolic compounds and their role in therapeutics: An overview. *Future journal of pharmaceutical sciences*, 7, 1-13.
- Nurshahida, M. F., Nazikussabah, Z., Subramaniam, S., Faizal, W. W., & Aini, M. N. (2020, December). Physicochemical, physical characteristics and antioxidant activities of three edible red seaweeds (*Kappaphycus alvarezii*, *Eucheuma spinosum* and *Eucheuma striatum*) from Sabah, Malaysia. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 991(1), 012048.
- Parenrengi, A., Dworjanyn, S., Syah, R., Pong-Masak, P. R., & Fahrur, M. (2020). Strain selection for growth enhancement of wild and cultivated eucheumatoid seaweed species in Indonesia. *Sains Malaysiana*, 49(10), 2453-2464.
- Pérez, M. J., Falqué, E., & Domínguez, H. (2016). Antimicrobial action of compounds from marine seaweed. *Marine Drugs*, 14(3), 1-38.
- Praptiwi, R., & Fathoni, A. (2022). Chemical Compounds Profile by LC-MS/MS and Assessment of Antioxidant and Antibacterial properties of *Caesalpinia pubescens* Fruits Extracts. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 49(2), 150-161.
- Rajapaksha, G. D. S. P., Gunathilake, P. M. P. C., Nirooparaj, B., Vidanarachchi, J. K., Jayawardana, B. C., De Croose, M. D. S. T., ... & Bandaranayake, P. C. G. (2024). Comparative Analysis of Green and Brown Morphotypes of *Kappaphycus alvarezii* Doty (Doty): Morphology, Total Phenol Content, Antioxidant Activity and Antimicrobial Activity. *Tropical Agricultural Research*, 35(1), 61-72.
- Rajaram, R., Muralisankar, T., Paray, B. A., & Al-Sadoon, M. K. (2021). Phytochemical profiling and antioxidant capacity of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty collected from seaweed farming sites of tropical coastal environment. *Aquaculture Research*, 52(7), 3438-3448.
- Rimmer, M.A., S. Larson, I. Lapong, A.H. Purnomo, P.R. Pong-Masak, L. Swanepoel, & N.A. Paul. 2021. Seaweed aquaculture in Indonesia contributes to social and economic aspects of livelihoods and community wellbeing. *J. Sustainability*, 13(9): 1- 22.
- Seetharaman, S., Indra, V., Selva Muthu, B., Daisy, A., & Geetha, S. (2016). Phytochemical profiling and antibacterial potential of *Kappaphycus alvarezii* methanol extract against

- clinical isolated bacteria. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(86), 1328-1337.
- Sernita, S., Firdaus, F., Sahidin, I., & Soekamto, N. H. (2023, May). Identification of secondary metabolites, antioxidant potential, total phenolic and flavonoids of three red algae from Hari Island waters, Southeast Sulawesi, Indonesia. In *AIP Conference Proceedings*, 2704(1).
- Sharan, L. V., & Vennila, J. J. (2021). Phyto pharmacological investigation of marine red algae *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva for oral diseases. *International Journal on Algae*, 23(2), 183-209.
- Simatupang, N.F., P.R. Pong-Mask, P. Ratnawati, Agusman, N.A. Paul, & M.A. Rimmer. 2021. Growth and product quality of the seaweed *Kappaphycus alvarezii* from different farming location in Indonesia. *Aquaculture reports*, 20, 1-8.
- Sit, N.W., Chan, Y.S., Lai, S.C., Lim, L.N., Looi, G.T., Tay, P.L., Tee, Y.T., Woon, Y.Y., Khoo, K.S. and Ong, H.C. (2018). In vitro antidermatophytic activity and cytotoxicity of extracts derived from medicinal plants and marine algae. *Journal de Mycologie Medicale*, 28(3), 561-567.
- Suganya, A. M., Sanjivkumar, M., Chandran, M. N., Palavesam, A., & Immanuel, G. (2016). Pharmacological importance of sulphated polysaccharide carrageenan from red seaweed *Kappaphycus alvarezii* in comparison with commercial carrageenan. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 84, 1300-1312.
- Teo, B. S. X., Gan, R. Y., Abdul Aziz, S., Sirirak, T., Mohd Asmani, M. F., & Yusuf, E. (2021). In vitro evaluation of antioxidant and antibacterial activities of *Eucheuma cottonii* extract and its in vivo evaluation of the wound-healing activity in mice. *Journal of cosmetic dermatology*, 20(3), 993-1001.
- 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), 1-28.
- Yulianti, E., Sunarti, & Wahyuningsih, M. S. H. (2021). The effect of *Kappaphycus alvarezii* fraction on plasma glucose, advanced glycation end-products formation, and renal RAGE gene expression. *Heliyon*, 7(1), e05978.