Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

Integrasi Nutrisi, Senyawa Bioaktif, Keamanan Pangan, dan Potensi Pengembangan Bioproduk Berkelanjutan Pada Rumput Laut *Caulerpa* di Indonesia

Integration of Nutrition, Bioactive Compounds, Food Safety, and Potential for Sustainable Bioproduct Development of Caulerpa Seaweed in Indonesia

Fadli Zainuddin[1]*, Therresse Nofianti[2]

[1]Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Jalan Gunung Salju Amban Manokwari Papua barat Indonesia 98314
[2]Fakultas Pertanian, Universitas Papua, Jalan Gunung Salju Amban Manokwari Papua barat Indonesia 98314
*Korespondensi: temmicki@yahoo.com

Copyright ©2026, Author. Published by the Fisheries Science Study Program, Faculty of Science and Technology, Muhammadiyah University, Sidenreng Rappang, Article Info: Posted: October 16, 2026 Revised: October 22, 2026; Accepted: October 23, 2026; Published: October 25, 2026.

Abstrak

Rumput laut *Caulerpa* memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan pangan bergizi dan bahan baku bioproduk bernilai tambah. Namun, pemanfaatannya di Indonesia masih didominasi oleh konsumsi segar, sementara informasi mengenai komposisi nutrisi, senyawa bioaktif, keamanan pangan, dan peluang pengembangan produk masih tersebar dalam berbagai penelitian. Artikel ini bertujuan mengintegrasikan informasi mengenai karakteristik nutrisi, aktivitas biologis senyawa bioaktif, risiko keamanan pangan, serta prospek pengembangan bioproduk berkelanjutan dari *Caulerpa* di Indonesia. Kajian ini menggunakan pendekatan *narrative review* dengan menelaah literatur ilmiah primer dan sekunder yang relevan, yang diperoleh melalui penelusuran pada Scopus, Web of Science, PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, serta sumber literatur nasional. Kajian difokuskan pada publikasi periode 2015–2026 mengenai *Caulerpa lentillifera*, *Caulerpa racemosa*, dan*Caulerpa taxifolia*. Literatur disintesis secara deskriptif-kualitatif berdasarkan aspek komposisi nutrisi, aktivitas biologis senyawa bioaktif, keamanan pangan, dan prospek pengembangan bioproduk berkelanjutan. Hasil kajian menunjukkan komposisi proksimat *Caulerpa* yang bervariasi. Secara umum, *Caulerpa* memiliki kadar lemak relatif rendah serta kandungan karbohidrat, serat, dan mineral yang berpotensi mendukung pengembangan pangan fungsional. Berbagai senyawa bioaktif, termasuk fenolik, flavonoid, alkaloid, terpenoid, polisakarida tersulfatasi, dan pigmen, dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, serta potensi antidiabetes dan antiobesitas.Pemanfaatannya perlu mempertimbangkan risiko akumulasi logam berat, kontaminasi mikrobiologis, dan keberadaan metabolit pertahanan alami. Pengembangan *Caulerpa* sebagai pangan fungsional, nutraseutikal, bahan kosmeseutikal, dan suplemen pakan akuakultur memerlukan standardisasi bahan baku, pengawasan keamanan pangan, validasi bioaktivitas, serta sistem budidaya dan pascapanen yang berkelanjutan. Integrasi aspek nutrisi, bioaktivitas, dan keamanan pangan menjadi landasan penting bagi hilirisasi *Caulerpa* untuk mendukung ekonomi biru dan meningkatkan nilai tambah sumber daya pesisir.

Kata kunci: Bioproduk Berkelanjutan, *Caulerpa*, Ekonomi Biru, Keamanan Pangan, Nutrisi, Bioaktif

Abstract

Caulerpa seaweed has the potential to be developed as a nutritious food source and a raw material for value-added bioproducts. However, its utilization in Indonesia is still dominated by fresh consumption, while information regarding its nutritional composition, bioactive compounds, food safety, and product development opportunities remains scattered across various studies. This article aims to synthesize information on the nutritional characteristics, biological activities of bioactive compounds, food safety risks, and prospects for the sustainable development of bioproducts from *Caulerpa* in Indonesia. This study employs a narrative review approach by examining relevant primary and secondary scientific literature obtained through searches on Scopus, Web of Science, PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, and national literature sources. The review focuses on publications from 2015 to 2026 regarding *Caulerpa lentillifera*, *Caulerpa racemosa*, and *Caulerpa taxifolia*. The literature was synthesized using a descriptive-qualitative approach based on aspects of nutritional composition,

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

the biological activity of bioactive compounds, food safety, and the prospects for the development of sustainable bioproducts. The results of the study indicate that the proximate composition of *Caulerpa* varies. In general, *Caulerpa* has a relatively low fat content as well as levels of carbohydrates, fiber, and minerals that have the potential to support the development of functional foods. Various bioactive compounds, including phenolics, flavonoids, alkaloids, terpenoids, sulfated polysaccharides, and pigments, have been reported to possess antioxidant and antibacterial activities, as well as potential antidiabetic and anti-obesity effects. Their utilization must take into account the risks of heavy metal accumulation, microbiological contamination, and the presence of natural defense metabolites. The development of *Caulerpa* as a functional food, nutraceutical, cosmeceutical ingredient, and aquaculture feed supplement requires standardization of raw materials, food safety monitoring, bioactivity validation, and sustainable cultivation and post-harvest systems. The integration of nutritional, bioactivity, and food safety aspects serves as a crucial foundation for the downstream processing of *Caulerpa* to support the blue economy and enhance the added value of coastal resources.

Keywords: *Sustainable Bioproducts, Caulerpa, Blue Economy, Food Security, Nutrition, Bioactive*

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara dengan keanekaragaman rumput laut tertinggi di dunia, didukung oleh garis pantai yang panjang dan kondisi perairan tropis yang mendukung pertumbuhan berbagai makroalga, mulai dari *Chlorophyta* (alga hijau), *Phaeophyceae* (alga cokelat), hingga *Rhodophyta* (alga merah). Di antara alga hijau, genus *Caulerpa* menonjol berkat morfologi talusnya yang menyerupai rangkaian buah anggur (dikenal sebagai "*sea grape*" atau "anggur laut") dan tradisi konsumsi yang luas di masyarakat pesisir, misalnya di Sulawesi, Madura, Bali, Maluku, dan Nusa Tenggara dengan nama lokal seperti latoh, lawi-lawi.

Permintaan internasional terhadap *Caulerpa lentillifera* terus naik sebagai komoditas pangan segar bernilai ekonomi, terutama di pasar Jepang, Filipina, dan beberapa negara Asia Tenggara, sejalan dengan tren makanan nabati dan produk laut sehat. Di sisi lain, spesies seperti *Caulerpa racemosa* dan*Caulerpa taxifolia* menarik perhatian karena kandungan metabolit sekunder bioaktif yang potensial secara farmakologis; namun, C. *taxifolia* juga tercatat sebagai alga invasif yang menimbulkan masalah ekologis di beberapa daerah di luar habitat asalnya.

Di Indonesia, pemanfaatan *Caulerpa* mayoritas masih terbatas pada konsumsi segar di tingkat rumah tangga dan pasar lokal. Potensi *Caulerpa* sebagai bahan baku berdaya tambah, misalnya pangan fungsional, *nutraceutical, kosmeseutikal,* dan bahan industri belum dieksplorasi atau diintegrasikan secara optimal. Studi tentang rumput laut *Caulerpa* terus berkembang, informasi mengenai karakteristik nutrisi, senyawa bioaktif, keamanan pangan, dan potensi pemanfaatannya masih perlu disintesis secara lebih terintegrasi. Sejumlah penelitian pada *Caulerpa* telah melaporkan komposisi proksimat, nilai gizi dan manfaat bagi kesehatah (Pangestuti et al., 2021; Syakilla et al. 2022), serta penelitian yang berfokus pada identifikasi senyawa bioaktif dan aktivitas biologisnya, seperti aktivitas antioksidan dan antibakteri (Qoyyimah & Hafiludin, 2025; Elyanti et al., 2025) dan potensi farmakologinya (Utami *et al.* 2021). Namun, temuan-temuan tersebut belum menjelaskan keterkaitan antara karakteristik nutrisi, potensi bioaktivitas, persyaratan keamanan pangan, dan kelayakan pengembangan produk berbasis *Caulerpa*. Padahal, pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan maupun bahan baku bioproduk

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

tidak hanya ditentukan oleh kandungan gizi dan aktivitas biologisnya, tetapi juga oleh aspek keamanan, konsistensi mutu bahan baku, serta kesesuaiannya dengan kebutuhan pengolahan dan pemanfaatan komersial.

Mengisi kekosongan tersebut, artikel ini bertujuan untuk: (1) merangkum dan membandingkan data komposisi nutrisi *Caulerpa* sp. dari berbagai wilayah perairan Indonesia; (2) mengulas keberagaman senyawa bioaktif beserta aktivitas biologisnya; (3) menganalisis aspek keamanan pangan, termasuk potensi cemaran logam berat, mikroba, dan toksin alami; serta (4) mengidentifikasi arah pengembangan bioproduk *Caulerpa* yang berkelanjutan dan sejalan dengan agenda ekonomi biru nasional.

METODE PENELITIAN

Artikel ini disusun sebagai tinjauan naratif (*narrative review*) yang mengintegrasikan temuan dari literatur ilmiah primer dan sekunder mengenai tiga spesies genus *Caulerpa*, yaitu *Caulerpa lentillifera*, *Caulerpa racemosa*, dan*Caulerpa taxifolia*. Pemilihan ketiga spesies ini berdasrkan pada relevansinya untuk studi pemanfaatan rumput laut, dengan mempertimbangkan perbedaan tingkat ketersediaan bukti ilmiah mengenai karakteristik nutrisi, senyawa bioaktif, keamanan pangan, dan potensi pengembangan bioproduk. *C. lentillifera* dan *C. racemosa* telah banyak dikaji terkait komposisi nutrisi, aktivitas biologis, dan pemanfaatannya sebagai bahan pangan sekaligus sumber senyawa fungsional. Sebaliknya, kajian mengenai *C. taxifolia* dalam aspek-aspek tersebut masih relatif terbatas dan memerlukan evaluasi yang lebih cermat, khususnya dalam membedakan potensi pemanfaatan senyawa bioaktif dari kelayakannya untuk pangan serta risiko ekologis yang dapat ditimbulkan oleh populasi atau strain tertentu. Oleh karena itu, ketiga spesies dibahas dengan kedalaman yang disesuaikan dengan ketersediaan bukti ilmiah, dengan *C. lentillifera* dan *C. racemosa* sebagai fokus utama pembahasan nutrisi dan pemanfaatan pangan, sedangkan *C. taxifolia* dikaji secara lebih kritis untuk mengidentifikasi potensi, keterbatasan bukti, dan aspek keamanan serta ekologis yang perlu diperhatikan dalam pengembangan bioproduk berbasis genus *Caulerpa*.

Sumber literatur didapatkan melalui basis data ilmiah seperti Scopus, Web of Science, PubMed, Science Direct, dan Google Scholar, serta sumber literatur nasional yang relevan dengan fokus kajian. Pemilihan sumber tersebut ditujukan untuk memperoleh publikasi internasional dan nasional mengenai karakteristik nutrisi, senyawa bioaktif, keamanan, budidaya, serta pemanfaatan *Caulerpa.* Penelusuran dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci berbahasa Inggris dan Indonesia, antara lain; *Caulerpa*, *Caulerpa lentillifera*, *Caulerpa racemosa*,*Caulerpa taxifolia*, nutrisi rumput laut, nutritional composition, proximate composition, potensi *Caulerpa*, bioactive compounds, antioxidant dan antibacterial activity, food safety, mineral *Caulerpa,* contamination, food products, bioproduct development, dan pasca panen. Kata kunci dikombinasikan menggunakan operator Boolean AND dan OR untuk menghubungkan konsep utama dan istilah yang berkaitan.Publikasi yang ditelaah periode 2015 sampai 2026. Namun, publikasi yang diterbitkan sebelum periode ini tetap dipertimbangkan

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

apabila merupakan rujukan penting yang relevan dan menjelaskan ide, fitur, atau perkembangan historis pemanfaatan *Caulerpa*. Literatur dipilih berdasarkan kriteria, yaitu: (1) membahas genus *Caulerpa*, khususnya spesies yang menjadi fokus kajian, (2) memuat informasi yang relevan dengan aspek kajian, (3) berupa artikel penelitian primer, artikel tinjauan ilmiah, atau dokumen resmi dari lembaga yang berwenang. Literatur dikecualikan apabila tidak relevan dengan tujuan kajian, hanya menyebutkan *Caulerpa* tanpa menyediakan informasi yang dapat digunakan, dan literatur yang berasal dari sumber dengan kredibilitas ilmiahnya tidak dapat diverifikasi.

Penilaian relevansi dilakukan melalui pemeriksaan judul dan abstrak, dilanjutkan dengan penelaahan teks lengkap untuk publikasi yang dinilai sesuai dengan fokus kajian. Seleksi mempertimbangkan kesesuaian topik, kejelasan informasi yang dilaporkan, relevansi spesies, serta kontribusi temuan terhadap aspek nutrisi, bioaktivitas, keamanan, dan pemanfaatan *Caulerpa*. Informasi yang relevan kemudian dikelompokkan berdasarkan tema dan disintesis secara deskriptif-kualitatif dengan memperhatikan perbedaan spesies, lokasi, kondisi lingkungan, basis pelaporan komposisi, dan metode analisis yang digunakan dalam penelitian sumber. Kajian ini tidak dirancang sebagai *systematic review* dan tidak menerapkan protokol seleksi sistematis dengan tahapan pelaporan yang terstandar. Oleh karena itu, hasil sintesis ditujukan untuk memberikan pemahaman integratif mengenai perkembangan penelitian dan peluang pemanfaatan *Caulerpa*, bukan untuk mengklaim cakupan menyeluruh atas seluruh publikasi yang tersedia

Data literatur dikelompokkan ke dalam empat tema utama, yaitu komposisi nutrisi, senyawa bioaktif, keamanan pangan, dan potensi pengembangan bioproduk berkelanjutan dari rumput laut *Caulerpa* di Indonesia. Data dianalisis secara deskriptif-kualitatif melalui sintesis tematik untuk menjelaskan potensi nutrisi, aktivitas biologis, aspek keamanan, dan peluang pemanfaatannya. Informasi mengenai spesies, lokasi penelitian, metode analisis, dan basis pelaporan diperhatikan apabila tersedia. Kajian ini tidak melakukan perbandingan kuantitatif langsung antarpeneletian maupun meta-analisis. Data disajikan sesuai temuan masing-masing publikasi dengan memperhatikan perbedaan spesies, lokasi, kondisi sampel, metode, satuan, dan basis pelaporan; heterogenitas ini membatasi kesetaraan hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Taksonomi, Distribusi, dan Budidaya *Caulerpa* di Indonesia

Caulerpa termasuk dalam kelas Ulvophyceae, ordo Bryopsidales, dan dicirikan oleh struktur talus siphonous (bersifat sinsitium tanpa dinding sel antarbagian) yang memungkinkan alga ini tumbuh dengan cepat melalui perpanjangan stolon dan pembentukan ramuli (Lagourgue et al., 2024). Di perairan Indonesia, setidaknya tiga spesies utama umum dijumpai, yaitu *Caulerpa lentillifera* dengan ramuli bulat menyerupai bulir anggur, *Caulerpa racemosa* dengan ramuli menyerupai gada kecil bergerombol, dan*Caulerpa taxifolia* dengan ramuli pipih menyerupai daun cemara. Ketiganya telah

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

dilaporkan hidup pada substrat karang mati, pasir berlumpur, dan kawasan padang lamun di berbagai perairan seperti Kepulauan Natuna, Kepulauan Spermonde, pesisir Sulawesi Selatan, Madura, Bali Utara, dan Kepulauan Kei di Maluku (Soenarto et al., 2023 dan Razai et al., 2019).

Budidaya *Caulerpa* di Indonesia berkembang melalui beberapa metode, di antaranya penanaman pada rakit atau jaring apung, penggunaan media rigid quadrant net (Picaulima et al., 2023) berbahan bambu, budidaya pada bak/tambak terkendali, hingga sistem integrasi dengan komoditas akuakultur lain seperti abalone (Antara et al., 2022). Pemupukan dengan nitrogen dan fosfor pada rasio tertentu terbukti mampu meningkatkan laju pertumbuhan, jumlah ramuli, dan kandungan klorofil talus (Pramita et al., 2022), sementara pengendalian intensitas cahaya dan salinitas media berpengaruh terhadap produktivitas dan kualitas talus yang dihasilkan. Pengembangan budidaya terkendali ini penting tidak hanya untuk menjaga kontinuitas produksi, tetapi juga untuk mengurangi tekanan pemanenan berlebihan terhadap populasi alami *Caulerpa* di alam.

Komposisi Nutrisi *Caulerpa*

Secara umum, komposisi proksimat *Caulerpa* dicirikan oleh kadar air segar yang sangat tinggi (dapat mencapai 85–92% berat basah), kadar abu yang tinggi akibat kandungan mineral dan garam laut yang terjerap dalam talus, kadar lemak yang relatif rendah, serta kadar karbohidrat dan serat kasar yang cukup tinggi. Karakteristik ini menjadikan *Caulerpa* sebagai pangan rendah kalori namun kaya mineral, sejalan dengan tren konsumsi pangan sehat. Variasi nilai antarpenelitian cukup besar, yang mengindikasikan pengaruh kuat dari faktor lokasi tumbuh, musim, metode budidaya, umur panen, dan metode analisis yang digunakan. Ringkasan komparasi komposisi proksimat dari beberapa penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Gambaran komposisi proksimat *Caulerpa* spp. dari beberapa penelitian yang dilakukan di beberapa tempat di Indonesia.

Spesies	Lokasi	Protein (%)	Lemak (%)	Serat kasar (%)	Karbohidrat (%)	Abu (%)	Basis Pengukuran	Sumber
C. lentillifera,	Natuna Riau	0,43	0,79	14,38	0,36	3,41	Berat Basah	Nofiani et al. (2018)
C. lentillifera	Kei Maluku	1,29	0,76	-	3,18	3,29	Berat Basah	Tapotubun (2018)
C. racemosa	Jepara Jawa Tengah	0,80	0,03	-	2,89	5,22	Berat Basah	Sedjati (1999)
C. lentillifera	Takalar Sulawesi	12,56	1,70	8,28	13,63	63,83	Berat Kering	Kasmiati (2022)
C. racemosa	Takalar Sulawesi	19,61	1,22	6,55	38,18	34,44	Berat Kering	
C. lentillifera	Pulau Moro Riau	13,64	7,08	–	16,40	44,75	Berat Kering	Santika et al. (2021)

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

C. racemosa	Tual Maluku	7,60	0,71	-	38,62	38,41	Berat Kering	Pangestuti et al. (2021)
Caulerpa sp	Madura Jawa Timur	0,87	0,13	0,25	48,49	38,15	Berat Kering	Damayanti et al. (2024)
C. taxifolia	Spermonde Makassar	14,89	6,90	7,25	40,11	30,85	Berat Kering	Wajdia et al (2024)
C. racemosa		13,10	3,06	7,41	24,83	51,60	Berat Kering	

Komposisi proksimat pada Tabel 1 menunjukkan bahwa *Caulerpa* memiliki profil nutrisi yang menjanjikan untuk pengembangan bioproduk, yang secara umum dicirikan oleh kadar lemak yang rendah namun kaya akan karbohidrat, serat kasar, dan mineral. Meskipun nilai absolutnya bervariasi akibat pengaruh ketersediaan nitrogen, kondisi habitat, umur panen, dan prosedur analisis, variasi ini justru menegaskan pentingnya standardisasi bahan baku dalam proses hilirisasi. Rendahnya kadar lemak, terutama lemak jenuh, bersamaan dengan tingginya kandungan asam amino esensial dan senyawa bioaktif seperti flavonoid dan tanin, semakin memperkuat potensi *Caulerpa* sebagai bahan baku bernilai tinggi dalam industri nutrasetikal, kosmetik, maupun farmasi (Syakilla, et al., 2022).

Konsentrasi lemak pada *Caulerpa* pada umumnya rendah, berkisar 0,03–7,08%, dengan kandungan tertinggi pada C. *lentillifera* Pulau Moro (7,08%) dan C. taxifolia Spermonde (6,90%). Berdasarkan hasil tersebut, *Caulerpa* lebih sesuai diposisikan sebagai sumber serat, mineral, karbohidrat struktural, dan senyawa bioaktif daripada sumber lipid. Kandungan serat kasar *Caulerpa*. berkisar antara 0,25–14,38%. Nilai terendah ditemukan pada *Caulerpa* sp. dari Madura, yaitu 0,25%, sedangkan nilai tertinggi tercatat pada C. lentillifera dari Natuna, Riau, sebesar 14,38%. Menurut Carneiro et al., (2014), variasi yang diamati dalam kandungan serat mentah di seluruh spesies *Caulerpa* yang berbeda mencerminkan interaksi kompleks antara morfologi thallus, tahap perkembangan, dan pengendapan polisakarida struktural di dalam dinding sel

Karbohidrat merupakan fraksi dominan pada *Caulerpa,* yaitu 2,89–48,49 %, tertinggi pada *Caulerpa* sp. Madura (48,49%), diikuti C. *racemosa* Tual (38,62%), C. racemosa Takalar (38,18%). Dinamika kandungan karbohidrat pada alga mencerminkan pergeseran metabolisme karbon dan strategi alokasi karbon-nitrogen terhadap kondisi lingkungan. Abu menunjukkan variasi paling mencolok (5,22–64,80%), tertinggi pada C. *lentillifera* Natuna (64,80%) dan terendah pada C. *racemosa* Rembang (5,22%). Kandungan abu pada makroalga genus *Caulerpa* mencerminkan total akumulasi mineral yang dipengaruhi secara simultan oleh dinamika lingkungan perairan serta tahapan pascapanen (Kasmiati et al., 2022).

Konsentrasi protein pada *Caulerpa* menunjukkan rentang yang luas: C racemosa (0,80–19,61%), dan C. lentillifera (0,43-13,64%). Hal ini menunjukkan bahwa kualitas nutrisi sangat tergantung pada lokasi tumbuh dan spesies rumput laut. Spesies *Caulerpa* mengandung profil biokimia

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

yang beragam sehingga sangat prospektif untuk dikembangkan menjadi pangan fungsional bernilai tinggi serta agen nutrasedikal.

Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Biologis

Sebagai mekanisme pertahanan kimiawi terhadap herbivora dan mikroorganisme di lingkungan laut, *Caulerpa* menghasilkan beragam metabolit sekunder yang secara kolektif memberikan nilai fungsional bagi kesehatan manusia apabila diekstraksi dan dimanfaatkan secara tepat. Golongan senyawa yang paling banyak dilaporkan meliputi alkaloid bisindol (*caulerpin*), seskuiterpen (*caulerpenyne* dan *caulerpicin*), fenolik dan flavonoid, saponin, tanin, steroid, serta polisakarida tersulfatasi yang secara struktural menyerupai ulvan. Ringkasan kelompok senyawa dan aktivitas biologisnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelompok senyawa bioaktif utama dan aktitas biologis pada *Caulerpa* spp yang dilaporkan

Spesies	Senyawa bioaktif	Bentuk yang diuji	Aktivitas biologis	Jenis pengujian	Referensi
C. *racemosa*	Kandungan fenolik total (TPC)	Hidrolisat/ekstrak	Antioksidan	In vitro (ABTS, total antioxidant)	Pangestuti et al. (2021)
C. *lentillifera*	Flavonoid total	Ekstrak (etanol & n-heksana)	Antioksidan; antibakteri	In vitro (antioksidan); uji zona hambat (antibakteri)	Elyanti et al. (2025)
Caulerpa sp	Fenolik, flavonoid (kandungan fitokimia)	Ekstrak kasar	Antioksidan	In vitro (DPPH)	Qoyyimah & Hafiludin (2025)
C. *racemosa*	Tanin total	Ekstrak	Antioksidan	In vitro (DPPH, ABTS)	Palaniyappan et al. (2023)
C. *racemosa*	Sulfated polysaccharides (SPCr)	SP terisolasi	Antioksidan, antidiabetes, dan antiobesitas	In vitro (uji antioksidan; inhibitor enzim untuk antidiabetes & antiobesitas)	Nurkolis et al. (2023)
C. *lentillifera*	Sulfated polysaccharides (SPCl)	SP terisolasi	Antioksidan; antidiabetes; antiobesitas; antikanker	In vitro (antioksidan, inhibitor enzim, sitotoksisitas sel kanker)	Nurkolis et al. (2023)
C. *lentillifera*	Alkaloid (skrining fitokimia)	Ekstrak	Antioksidan; antibakteri	Skrining fitokimia; uji antioksidan & antibakteri	Salsabila et al. (2026)
C. *lentillifera*	Alkaloid (kandungan ekstrak)	Ekstrak kasar metanol	Antibakteri	Uji zona hambat (S. aureus, E. coli)	Saputri et al. (2019)
C. *racemosa*	Seskuiterpenoid, diterpenoid (profil metabolit)	Ekstrak	antioksidan	In vitro (DPPH)	Sihono et al. (2018)

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

C. racemosa	Caulerpin	Ekstrak etanol	Antioksidan	ABTS dan β-carotene bleaching (ekstrak)	Ariyanti et al. (2026)
C. lentillifera	Saponin	Ekstrak kasar metanol	Antibakteri	Difusi agar (zona hambat)	Saputri et al. (2019)
C. lentillifera	Karotenoid total	Ekstrak (etanol/n-heksana)	Antioksidan (ekstrak)	Uji antioksidan ekstrak; karotenoid diukur sebagai kandungan	Elyanti et al. (2025)
C. lentillifera	Klorofil total	Ekstrak (etanol/n-heksana)	Antioksidan (ekstrak)	Uji antioksidan ekstrak; klorofil diukur sebagai kandungan	Elyanti et al. (2025)

Spesies makroalga hijau dari genus *Caulerpa* terbukti mengakumulasi berbagai metabolit bioaktif yang terbagi ke dalam senyawa fenolik, alkaloid, terpenoid, polisakarida tersulfasi, pigmen, saponin, dan sterol (Palaniyappan et al., 2023). Aktifitas biologis pada *Caulerpa* merupakan hasil kontribusi multikomponen dengan mekanisme aksi berbeda. *Caulerpa* menunjukkan berbagai aktivitas biologis yang signifikan, terutama dalam hal antioksidan (Kurniawan et al., 2023; Nurkolis et al., 2023), antibakteri (Venkatesh et al., 2025), antidiabetes (Kurniawan et al., 2023), antiobesitas dan sitotoksik (Nurkolis et al., 2023). Berdasarkan sumber yang dikutip, pengujian aktivitas tersebut dilakukan secara in vitro atau in vivo, dan tidak dilaporkan adanya uji pada manusia. Oleh karena itu, antioksidan, antibakteri, antidiabetes, antiobesitas, dan antikanker tidak dinyatakan sebagai efek klinis yang telah terbukti, melainkan sebagai aktivitas atau potensi awal pada tingkat laboratorium yang masih memerlukan validasi melalui uji in vivo dan uji klinis.

Aktivitas antioksidan *Caulerpa racemosa* sangat dipengaruhi oleh keberadaan fraksi fenolik rantai menengah, tanin terkondensasi, polisakarida tersulfatasi, terpenoid fungsional, dan alkaloid bisindol caulerpin yang bekerja secara sinergis dalam menetralkan radikal bebas (Palaniyappan et al., 2023). Hal yang sama pada *Caulerpa lentillifera* yang antioksidannya digerakkan oleh tingginya kadar flavonoid nonsukrosa, fraksi alkaloid alami, matriks polisakarida tersulfatasi (SPCl), serta pigmen penangkap cahaya fotosintesis (Nurkolis et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa, kedua makroalga ini memanfaatkan kombinasi senyawa polifenol, terpenoid, alkaloid, polisakarida tersulfatasi, serta pigmen fotosintesis untuk menghasilkan aktivitas antioksidan alami yang komprehensif.

Polisakarida tersulfasi dari alga hijau genus *Caulerpa*, khususnya *Caulerpa racemosa* dan *Caulerpa lentillifera*, berpotensi sebagai sumber antioksidan, regulasi metabolik antidiabetes serta antiobesitas, dengan efikasi biologis yang dipengaruhi secara langsung oleh fitur strukturalnya (Tesvichian et al., 2024). Pada gangguan metabolik, polisakarida dari *C. lentillifera* dan *C. racemosa* bekerja menghambat enzim pencernaan karbohidrat serta modulasi metabolisme lipid (Nurkolis et al., 2023). *C. lentillifera* mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid dan saponin yang menunjukkan

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

aktivitas antibakteri dan antioksidan. Senyawa ini dapat mengganggu integritas membran sel bakteri dan memengaruhi metabolisme mereka. Menurut Nazneen et al., (2023), alkaloid dan saponin dapat mengubah permeabilitas membran sel bakteri, yang mengakibatkan kebocoran komponen seluler. Ekstrak etanol dari *C. racemosa* menunjukkan aktivitas antioksidan yang signifikan, dengan nilai IC50 yang rendah dalam pengujian DPPH dan ABTS.

Ditinjau dari berbagai temuan penelitian, *Caulerpa* memperlihatkan hubungan keragaman kimia bioaktivitas yang menjanjikan sebagai sumber pangan fungsional, nutraseutikal, kosmetik, dan kandidat bioproduk farmasi. Walaupun demikian, pengembangan komersial memerlukan standardisasi bahan baku, metabolite profiling, isolasi dan identifikasi senyawa aktif, penentuan mekanisme aksi, evaluasi toksisitas, bioavailabilitas, stabilitas, dan validasi in vivo. Wirawan et al. (2022) menyatakan bahwa, keragaman metabolit sekunder ini mengonfirmasi potensi multifaset *Caulerpa* sebagai bahan pangan fungsional sekaligus sumber metabolit obat bernilai tinggi

Aspek Keamanan Pangan

Caulerpa sebagai pangan segar yang hidup di daerah pesisir pada umumnya dikonsumsi mentah sebagai lalapan atau salad, Keamanan pangan *Caulerpa* perlu dikaji dari beberapa dimensi: (a) risiko akumulasi logam berat dari lingkungan perairan tempat tumbuh; (b) risiko cemaran mikrobiologis selama penanganan, transportasi, dan penyimpanan; serta (c) keberadaan toksin alami yang secara intrinsik diproduksi oleh alga itu sendiri.

Regulasi di Indonesia menetapkan batas maksimum cemaran yang berbeda antarparameter. Berdasarkan Peraturan BPOM, batas maksimum timbal (Pb) dalam rumput laut adalah 0,20 mg/kg, merkuri (Hg) 0,03 mg/kg, arsen (As) 1,0 mg/kg, dan kadmium (Cd) 0,05 mg/kg. SNI 7387:2009 menetapkan batas Pb sebesar 0,5 mg/kg dan Hg sebesar 0,05 mg/kg, sementara Codex/EU menetapkan batas Cd 3,0 mg/kg untuk suplemen pangan. Kandungan logam berat pada *Caulerpa* dapat bervariasi menurut lokasi dan kondisi budidaya. Perryman et al. (2017) melaporkan kadar Pb maksimum sebesar 0,35 mg/kg dan arsen sebesar 0,7 mg/kg pada *Caulerpa* yang dibudidayakan di tambak pesisir Sulawesi

Cemaran Logam Berat

Makro alga merupakan organisme laut yang bersifat akumulator. *Caulerpa* berpotensi menyerap dan mengakumulasi logam berat seperti arsen, kadmium, timbal, dan merkuri dari perairan tempat tumbuhnya, terutama pada lokasi yang terpapar limbah industri, pertambangan, atau aktivitas di sekitar tempat tumbuhnya. Regulasi keamanan pangan di Indonesia menetapkan batas maksimal cemaran (*maximum limits*) untuk melindungi masyarakat dari bahaya toksisitas kronis logam berat pada komoditas pangan segar. Sesuai dengan Peraturan Badan Pangan Nasional Nomor 10 Tahun 2024 tentang Batas Maksimal Cemaran Pangan Segar, yang menetapkan ambang batas untuk arsen anorganik, kadmium, dan timbal untuk pangan segar baik dalam kondisi segar maupun kering. Standar keamanan pangan di Indonesia dikelola lintas lembaga seperti Badan Pangan Nasional, BPOM, dan Badan Standardisasi Nasional (BSN) yang mengadopsi prinsip Codex Alimentarius (Yulyana et al.,

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

2023). Walaupun aturan ini belum secara eksplisit mencantumkan *Caulerpa* sebagai kategori komoditas tersendiri, prinsip kehati-hatian menuntut pemantauan rutin terhadap kadar logam berat pada sentra produksi *Caulerpa*, khususnya di daerah yang berdekatan dengan aktivitas yang dapat menimbulkan pencemaran.

Cemaran Mikrobiologis

Bahan makanan yang dikonsumsi segar tanpa perebusan, seperti *Caulerpa,* rentan terhadap kontaminasi mikroba patogen seperti Salmonella, Listeria monocytogenes, Escherichia coli penghasil toksin Shiga (STEC), dan Bacillus cereus. Kontaminasi juga dapat disebabkan oleh penanganan pascapanen yang tidak memenuhi standar sanitasi. Batas maksimum cemaran mikroba untuk pangan segar yang dikonsumsi langsung diatur melalui Peraturan Badan Pangan Nasional Nomor 10 Tahun 2024 tentang Batas Maksimal Cemaran dalam Pangan Segar di Peredaran. yang menetapkan kriteria mikrobiologis berdasarkan jumlah sampel uji dan batas maksimal jumlah koloni yang diperbolehkan. Penerapan praktik penanganan pascapanen yang baik, termasuk pencucian dengan air bersih, pendinginan segera setelah panen, dan pengendalian suhu selama distribusi, menjadi kunci dalam menjaga keamanan mikrobiologis produk *Caulerpa* segar. Menurut Vorse et al. (2023) pengendalian bahaya mikrobiologis pada komoditas pangan segar menuntut integrasi pencucian air higienis, pendinginan cepat pascapanen, dan manajemen suhu rantai pasok rantai dingin (*cold chain*) secara menyeluruh

Toksin Alami: *Caulerpenyne* dan *Caulerpicin*

Caulerpa dikenal memproduksi metabolit pertahanan berupa *caulerpenyne,* seskuiterpenoid yang berperan utama dalam pertahanan kimia terhadap herbivora dan epifit, serta *caulerpicin*, senyawa yang dikaitkan dengan rasa pedas atau seperti lada khas pada beberapa spesies *Caulerpa* (Kase et al., 2019). Selain memberikan rasa pedas, *caulerpicin* juga dapat menyebabkan efek anestesi ringan pada mulut dan bersifat toksik jika dikonsumsi dalam jumlah besar, yang secara alami berfungsi sebagai penolak bagi hewan herbivora. Senyawa *caulerpenyne* telah terbukti bersifat sitotoksik, misalnya dengan menghambat pembelahan sel pertama pada embrio bulu babi. Selain itu, caulerpenyne juga memberikan efek neurotoksik dengan cara menekan *afterhyperpolarization* pada neuron invertebrata (Parent-Massin et al., 1996). Paparan metabolit yang dihasilkan *Caulerpa* berpotensi memengaruhi kualitas nilai nutrisi ikan yang menkomsumsinya. Kajian Felline (2014) menunjukkan terjadinya akumulasi caulerpin pada ikan yang memakan *C. racemosa* disertai penurunan proporsi PUFA n-3 dan n-6, yang berimplikasi pada penurunan nilai nutrisi daging ikan. Dengan demikian, *Caulerpa* dapat menjadi tekanan ekologis di laut karena berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem dan memindahkan metabolitnya melalui rantai makanan. Sejauh ini, Indonesia belum menetapkan batas maksimum residu khusus untuk caulerpenyne atau caulerpicin dalam pangan, sehingga aspek ini menjadi salah satu prioritas riset keamanan pangan *Caulerpa* ke depan, mengingat cara konsumsinya

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

secara mentah tanpa ada pemanasan yang berpotensi memberikan paparan yang berbeda dibandingkan dengan produk yang telah diolah.

Tabel 3. Ringkasan kerangka regulasi keamanan pangan yang relevan bagi komoditas *Caulerpa* di Indonesia

Jenis Cemaran	Parameter Kunci	Dasar Regulasi di Indonesia
Logam berat	Arsen (As) anorganik, kadmium (Cd), timbal (Pb), merkuri (Hg)	Peraturan Badan Pangan Nasional No. 10 Tahun 2024 tentang Batas Maksimal Cemaran Pangan Segar; SNI 7387:2009
Cemaran mikroba	Salmonella, Listeria monocytogenes, E. coli (STEC), Bacillus cereus	Belum diatur secara eksplisit; **Perbadan No. 10 Tahun 2024** digunakan sebagai pembanding
Cemaran kimia lain	Mikotoksin, dioksin, 3-MCPD, PAH	Belum diatur secara eksplisit; **Perbadan No. 10 Tahun 2024** digunakan sebagai pembanding
Toksin alami spesifik alga	Caulerpenyne, caulerpicin (belum ada BMR khusus di Indonesia)	Belum diatur secara eksplisit; memerlukan kajian risiko dan standar khusus komoditas rumput laut

Secara keseluruhan, lokasi dan kualitas air budidaya serta praktik penanganan pascapanen memengaruhi tingkat keamanan pangan *Caulerpa*. Oleh karena itu, untuk meningkatkan akseptabilitas pasar *Caulerpa* di pasar domestik dan ekspor, penting untuk menerapkan sistem ketertelusuran (traceability) dan uji laboratorium berkala di sentra produksi.

Potensi Pengembangan Bioproduk Berkelanjutan

Pangan Fungsional dan Nutraceutical

Caulerpa dapat dimanfaatkan untuk pengembangan pangan fungsional karena memiliki kadar kalori yang rendah, serat pangan yang tinggi, dan senyawa antioksidan alami. Tepung *Caulerpa* dapat digunakan sebagai pengganti dalam berbagai produk seperti produk bakeri, mi, bakso, atau camilan sehat, atau sebagai bahan untuk suplemen nutraceutical berbasis ekstrak fenolik dan polisakarida. Menurut Agusman & Wahyuni (2020), fortifikasi mi segar menggunakan filtrat Caulerpa sp. hingga 20% meningkatkan kekuatan tarik dan rendemen pemasakan serta kadar abu dan senyawa fenolik; kandungan β-karoten juga meningkat, dengan nilai tertinggi dilaporkan pada penambahan 15%. penambahan Caulerpa lentillifera dilaporkan memengaruhi karakteristik nutrisi dan sifat produk, termasuk kadar air dan protein, serta menunjukkan potensi penggunaannya sebagai bahan tambahan alami (Wahjuningsih et al., 2023). Kajian lain melaporkan bahwa penambahan Caulerpa racemosa pada biskuit meningkatkan kapasitas penyerapan air dan minyak serta nilai gizi dan antioksidan, meskipun skor sensori menurun pada level substitusi tinggi (Kumar et al., 2017)

Kosmeseutikal dan Perawatan Kulit

Caulerpa racemosa diketahui mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang berkaitan dengan aktivitas antioksidan. Kandungan senyawa tersebut berperan dalam menetralkan radikal bebas, termasuk yang dapat terbentuk akibat paparan sinar ultraviolet (UV). Ekstrak C. *racemosa* dilaporkan

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat, dan aktivitas antioksidan tersebut berkorelasi positif dengan kemampuan perlindungan UV yang diukur sebagai nilai Sun Protection Factor (SPF) (Sami et al., 2021). Pada pengujian in vitro, ekstrak C. *racemosa* menunjukkan serapan kuat pada wilayah UV-B (280–320 nm), yang mengindikasikan adanya senyawa penyerap UV-B Pangestuti et al. (2021). Dengan demikian, *C. racemosa* merupakan berpotensi sebagai bahan aktif kosmetik alami yang memiliki fungsi ganda yaitu antioksidan dan penyerap UV, berdasarkan bukti in vitro dan formulasi awal, tetapi belum merupakan bahan aktif yang telah terbukti aman dan efektif pada manusia

Pakan dan Suplemen Akuakultur

Pemanfaatan tepung *Caulerpa lentillifera* sebagai bahan suplemen pakan ikan telah diuji dan terbukti menghasilkan pelet dengan kestabilan fisik yang baik di dalam air, daya apung yang memadai, dan tingkat penerimaan pakan yang cepat pada ikan nila, sekaligus memenuhi Standar Nasional Indonesia untuk komposisi proksimat pakan (Permatasari et al., 2026). Hal ini menunjukkan peluang pemanfaatan hasil samping atau kelebihan produksi budidaya *Caulerpa* sebagai bahan pakan bernilai tambah dalam mendukung efisiensi rantai pasok akuakultur berkelanjutan. Integrasi *Caulerpa lentillifera* ke dalam pakan ikan nila melalui pendekatan formulasi yang terukur tidak hanya layak secara teknis dan memenuhi standar mutu, tetapi juga menawarkan nilai tambah sebagai bahan pakan alternatif yang berkelanjutan.

Kontribusi terhadap Ekonomi Biru

Teknik pemeliharaan *Caulerpa* dengan sistem akuakultur terintegrasi berpotensi mendukung ekonomi biru Indonesia, dengan indikator-indikator yang dapat dinilai secara lebih konkret. Sistem yang terkontrol dapat membantu mengurangi ketergantungan produksi pada kondisi lingkungan terbuka dan memungkinkan pengaturan pasokan, sedangkan integrasi dengan komoditas lain berpotensi meningkatkan pemanfaatan nutrien dan memperbaiki kualitas air Hasil penelitian Hasbullah, et al. (2024) memperlihatkan produktivitas, budidaya *Caulerpa* sp. dalam bak terkontrol mencatat pertumbuhan harian rata-rata **16,34%** dengan laju produksi hingga **4,37 kali** bobot tanam awal (Hasbullah et al., 2024). Sistem jaring kuadran tancap dasar menghasilkan **R/C ratio 3,74** dan titik impas (*break-even point*) pada 21 kg atau setara Rp317.106 (Picaulima et al., 2023). Caulerpa juga dapat diarahkan ke beragam produk mulai dari pangan segar, awetan, tepung Caulerpa, dan ekstrak bioaktif, sehingga membuka peluang diversifikasi nilai tambah. Realisasi manfaat tersebut tetap bergantung pada efisiensi teknis, mutu produk, kelayakan ekonomi, dan pengelolaan lingkungan yang sesuai dengan kondisi setempat (Stuthmann et al., 2023).

Risiko ekologis perlu dinyatakan secara eksplisit, khususnya untuk *C. taxifolia*. spesies ini menghasilkan caulerpenyne, suatu metabolit sekunder yang berperan dalam pertahanan kimia terhadap herbivora dan organisme penempel. Produksi senyawa tersebut bervariasi menurut kondisi lingkungan, termasuk suhu dan kedalaman, serta berkaitan dengan perubahan perilaku makan bulu babi dan perkembangan organisme penempel (Amade & Lemée, 1998). Penelitian lebih lanjut juga menunjukkan

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

bahwa caulerpenyne dapat menghambat transporter pengambilan senyawa pada ikan zebra (Danio rerio) dalam pengujian toksikologi (Marić et al., 2017)

KESIMPULAN

Sintesis literatur menunjukkan bahwa *Caulerpa* memiliki potensi sebagai sumber pangan dan bahan baku bioproduk karena mengandung protein, karbohidrat, serat, mineral, serta senyawa bioaktif yang dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri. Potensi tersebut mendukung pemanfaatan *Caulerpa* sebagai bahan pangan yang dapat menyumbangkan komponen nutrisi dan bioaktif. Meskipun aktivitas antidiabetes dan antiobesitas juga telah dilaporkan, kekuatan bukti untuk berbagai bioaktivitas tersebut masih terbatas dan sebagian besar berasal dari pengujian laboratorium atau penelitian eksperimental awal. Selain itu, variasi spesies, lokasi asal, karakteristik sampel, dan metode analisis membatasi keterbandingan hasil antarpenelitian. Oleh karena itu, bukti yang tersedia belum cukup untuk memastikan efektivitas kesehatan pada manusia maupun menetapkan manfaat terapeutik *Caulerpa*.

Prioritas dari aspek keamanan pangan, meliputi cemaran mikrobiologis dan kimia melalui pemilihan lokasi budidaya, pemantauan kualitas air, penerapan higiene dan sanitasi pascapanen, serta pengujian cemaran berdasarkan risiko dan tujuan pemanfaatan produk. Potensi risiko dari metabolit alami juga perlu diteliti lebih lanjut karena data toksikologi yang tersedia belum memadai untuk menetapkan batas aman konsumsi secara menyeluruh. Penelitian berikutnya perlu memprioritaskan standardisasi bahan baku berdasarkan spesies dan kondisi produksi, karakterisasi senyawa bioaktif, validasi aktivitas biologis melalui pengujian bertahap, serta evaluasi toksisitas dan keamanan sesuai dengan bentuk produk yang dikembangkan.

Pengembangan bioproduk *Caulerpa* di Indonesia perlu dilakukan secara bertahap dengan mengutamakan budidaya berkelanjutan, konsistensi mutu bahan baku, perbaikan penanganan pascapanen, dan diversifikasi produk pangan. Pemanfaatan biomassa sisa sebagai bahan baku pakan akuakultur juga dapat dikaji sebagai bagian dari upaya meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya. Sementara itu, pengembangan ekstrak untuk pangan fungsional dan kosmetik perlu didukung oleh bukti keamanan, efektivitas, stabilitas formulasi, dan kelayakan ekonomi sebelum diarahkan pada komersialisasi. Dengan demikian, pengembangan *Caulerpa* tidak hanya berorientasi pada peningkatan nilai tambah, tetapi juga pada validitas ilmiah, keamanan konsumen, dan keberlanjutan pemanfaatan sumber daya laut.

DAFTAR PUSTAKA

Agusman, M., & Wahyuni, T. (2020). The nutritional quality and preference of wheat noodles incorporated with *Caulerpa* sp. seaweed. *International Food Research Journal, 27*(3), 445–453. http://www.ifrj.upm.edu.my/27(3)2020/DONE%20-%2006%20-%20IFRJ19361.R1.pdf

Amade, P., & Lemée, R. (1998). Chemical defence of the Mediterranean alga *Caulerpa taxifolia*: Variations in caulerpenyne production. *Aquatic Toxicology, 43*(4), 287–300.

https://doi.org/10.1016/S0166-445X(98)00054-X

Antara, K. L., Fadjar, M., & Setijawati, D. (2022). Analisis pertumbuhan Caulerpa lentillifera yang terintegrasi dengan budidaya Haliotis squamata. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(3), 347–357. https://doi.org/10.14710/buloma.v11i3.47685

Ariyanti, A., Nugroho, A. K., Hertiani, T., Adhyatmika, & Noviana, E. (2026). Analyzing antioxidant properties of Caulerpa racemosa harvested in Jepara using ABTS and β-carotene bleaching methods. *Majalah Obat Tradisional*. https://doi.org/10.22146/mot.106166

Badan Pangan Nasional Republik Indonesia. (2024). *Peraturan Badan Pangan Nasional Nomor 10 Tahun 2024 tentang Batas Maksimal Cemaran Pangan Segar*.

Carneiro, J. G., Rodrigues, J. A. G., Teles, F. B., Cavalcante, A. B. D., & Benevides, N. M. B. (2014). Analysis of some chemical nutrients in four Brazilian tropical seaweeds. *Acta Scientiarum. Biological Sciences, 36*(2), 137–145. https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v36i2.19328

Damayanti, E., Chandra, A. B., & Hafiludin, H. (2024). Aktivitas antioksidan anggur laut (Caulerpa sp.) dari Pulau Sapudi dengan metode pengeringan berbeda. Juvenil: *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 5(2), 162–171. https://doi.org/10.21107/juvenil.v5i2.25639

Elyanti, R. N., Alamsjah, M. A., & Sulmartiwi, L. (2025). Antioxidant levels, chlorophyll, carotenoids, and antibacterial activities of Caulerpa lentillifera from the north coast of Java and Bali. Bioscientist: *Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 807–831. https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i2.15415

Felline, S., Mollo, E., Ferramosca, A., Zara, V., Regoli, F., Gorbi, S., & Terlizzi, A. (2014). Can a marine pest reduce the nutritional value of Mediterranean fish flesh? *Marine Biology*, 161(5), 1275–1283. https://doi.org/10.1007/s00227-014-2417-7

Hasbullah, D., Wamnebo, M. I., Purnomo, A. H., Soetanti, E., Saputro, A. D., Hizam, M. A., & Wibawa, D. K. (2024). Kajian ekonomis budidaya anggur laut (Caulerpa spp.) dalam bak terkontrol potensial sebagai green gold produk kelautan Indonesia. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries (JOINT-FISH)*, 7(2), 154–162. https://doi.org/10.33096/joint-fish.v7i2.545

Jafriati, Picaulima, S. M., Erbabley, N. Y. G. F., Dangeubun, J. L., Kelabora, D. M., Amahorseja, A., Putnarubun, C., Pormes, F., Sedubun, H., Masreng, G., Rahantan, F., & Yaurbulan, O. (2023). Financial analysis of sea grape cultivation (Caulerpa sp.) basic plugging system quadrant net method in Southeast Maluku Regency. *ECSOFiM (Economic and Social of Fisheries and Marine Journal),* 10(2), 236–246. https://doi.org/10.21776/ub.ecsofim.2023.010.02.09

Kase, A. G. O., Calumpong, H., & Rupidara, A. (2020). Secondary metabolites of some varieties of Caulerpa species. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 823(1), Article 012041. https://doi.org/10.1088/1757-899X/823/1/012041

Kasmiati, K., Syahrul, S., Badraeni, B., & Rahmi, M. H. (2022). Proximate and mineral compositions of the green seaweeds Caulerpa lentillifera and Caulerpa racemosa from South Sulawesi Coast, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1119(1), 012049. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1119/1/012049

Kumar, A., Krishnamoorthy, E., Devi, H. M., Uchoi, D., Tejpal, C. S., Ninan, G., & Zynudheen, A. A. (2018). Influence of sea grapes (*Caulerpa racemosa*) supplementation on physical, functional, and anti-oxidant properties of semi-sweet biscuits. *Journal of Applied Phycology, 30*(2), 1393–1403. https://doi.org/10.1007/s10811-017-1310-4

Kurniawan, R., Nurkolis, F., Taslim, N. A., Subali, D., Surya, R., Gunawan, W. B., Alisaputra, D., Mayulu, N., Salindeho, N., & Kim, B. (2023). Carotenoids composition of green algae Caulerpa racemosa and their antidiabetic, anti-obesity, antioxidant, and anti-inflammatory properties. *Molecules*, 28(7), 3267. https://doi.org/10.3390/molecules28073267

Lagourgue, L., Sauvage, T., Zubia, M., Draisma, S. G. A., Vieira, C., Engelen, A., & Payri, C. E. (2024).

Taxonomic insights into Caulerpa (Bryopsidales, Chlorophyta) species in French Polynesia: Confirmation of 13 species and reinstatement of C. pickeringii Harvey & Bailey. *Diversity*, 16(4), 243. https://doi.org/10.3390/d16040243

Nazneen, H., Jagtap, S., & Sahu, M. (2023). Advancements in plant-based antimicrobial therapies targeting Gram-negative and Gram-positive bacterial pathogens. *Microbiology Archives: An International Journal,* 5(1), 19–25. https://doi.org/10.51470/MA.2023.5.1.19

Nielsen, P. G., Carlé, J. S., & Christophersen, C. (1982). Final structure of caulerpicin, a toxin mixture from the green alga Caulerpa racemosa. *Phytochemistry*, 21(7), 1643–1645. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(82)85033-8

Nofiani, R., Hertanto, S., Zaharah, T. A., & Gafur, S. (2018). Proximate compositions and biological activities of Caulerpa lentillifera. *Molekul*, 13(2), 105–112. https://doi.org/10.20884/1.jm.2018.13.2.441

Nurkolis, F., Kurniawan, R., Kurniatanty, I., Park, M. N., Moon, M., Fatimah, S., Gunawan, W. B., Surya, R., Taslim, N. A., Song, H., & Kim, B. (2023). New insight on in vitro biological activities of sulfated polysaccharides from ulvophyte green algae. *Molecules*, 28(11), 4531. https://doi.org/10.3390/molecules28114531

Palaniyappan, S., Sridhar, A., Kari, Z. A., Téllez-Isaías, G., & Ramasamy, T. (2023). Evaluation of phytochemical screening, pigment content, in vitro antioxidant, antibacterial potential and GC-MS metabolite profiling of green seaweed Caulerpa racemosa. *Marine Drugs*, 21(5), 278. https://doi.org/10.3390/md21050278

Pangestuti, R., Haq, M., Rahmadi, P., & Chun, B.-S. (2021). Nutritional value and biofunctionalities of two edible green seaweeds (Ulva lactuca and Caulerpa racemosa) from Indonesia by subcritical water hydrolysis. *Marine Drugs*, 19(10), 578. https://doi.org/10.3390/md19100578

Parent-Massin, D., Fournier, V., Amade, P., Lemée, R., Durand-Clément, M., Delescluse, C., & Pesando, D. (1996). Evaluation of the toxicological risk to humans of caulerpenyne using human hematopoietic progenitors, melanocytes, and keratinocytes in culture. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 47(1), 47–59. https://doi.org/10.1080/009841096161924

Permatasari, I., Rahmatillah, F., Nurhatijah, N., Azhar, R., Abdan, M., Hermi, R., & Husna, A. (2026). Utilization of sea grape (Caulerpa lentillifera) flour as a nutritional supplement in fish feed formulation. *Aceh Journal of Animal Science*, 11(1), 19–26. https://doi.org/10.24815/ajas.v11i1.643

Perryman, S. E., Lapong, I., Mustafa, A., Sabang, R., & Rimmer, M. A. (2017). Potential of metal contamination to affect the food safety of seaweed (Caulerpa spp.) cultured in coastal ponds in Sulawesi, Indonesia. *Aquaculture Reports*, 5, 27–33. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.12.002

Picaulima, S. M., Erbabley, N. Y. G. F., & Kelabora, D. M. (2023). Peningkatan pendapatan masyarakat pesisir melalui usaha perikanan budidaya anggur laut (Caulerpa sp.) menggunakan metode jaring kuadran sistem tancap dasar di Ohoi Letman, Kabupaten Maluku Tenggara. SELAPARANG: *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 7(1). https://doi.org/10.31764/jpmb.v7i1.13025

Pramita, S., Erniati, E., Zulpikar, Z., Khalil, M., & Muliani, M. (2022). Budidaya rumput laut Caulerpa racemosa skala laboratorium menggunakan pupuk organik cair. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 9(1). https://doi.org/10.29103/aa.v9i1.6968

Prayogo, E. W., Sholikhah, I., Dej-adisai, S., & Widyowati, R. (2024). Systematic review of green seaweed Caulerpa racemosa as an anti-inflammatory agent: Current insights and future perspectives. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 11(2), 156–173. https://doi.org/10.20473/jfiki.v11i22024.156-173

Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan
E-ISSN : 2776-9887
Vol. 6 No. 2 Oktober 2026 : 354-370
DOI: *https://doi.org/10.55678/jikan.v6i2.3223*

Qoyyimah, U. N., & Hafiludin, H. (2025). Karakterisasi senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan ekstrak kasar Caulerpa sp. dan Gracilaria sp. dari perairan Bangkalan Madura. Jurnal Kelautan: *Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 18(3). https://doi.org/10.21107/jk.v18i3.32623

Razai, T. S., Putra, I. P., Idris, F., & Febrianto, T. (2019). Identifikasi, keragaman dan sebaran Caulerpa sp. sebagai komoditas potensial budidaya Pulau Bunguran, Natuna. *SIMBIOSA*, 8(2), 168–178. https://doi.org/10.33373/SIM-BIO.V8I2.2177

Sami, F. J., Soekamto, N. H., Firdaus, & Latip, J. (2021). Bioactivity profile of three types of seaweed as an antioxidant, UV-protection as sunscreen and their correlation activity. *Food Research*, 5(1), 441–447. https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).389

Sanger, G., Wonggo, D., Dotulong, V., Setiawan, A. A., Permatasari, H. K., Maulana, S., Nurkolis, F., Tsopmo, A., & Kim, B. (2023). Green seaweed Caulerpa racemosa—Chemical constituents, cytotoxicity in breast cancer cells and molecular docking simulation. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, 100621. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100621

Santika, J., Sukmiwati, M., & Diharmi, A. (2021). Komposisi kimia rumput laut hijau segar (Caulerpa lentillifera). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 8, 1–8. https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERIKA/article/view/31339

Saputri, A. U., Purnamayati, L., & Anggo, A. D. (2019). Aktivitas antibakteri anggur laut (Caulerpa lentillifera) terhadap Staphylococcus aureus dan Escherichia coli. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(1), 15–20. https://doi.org/10.14710/jitpi.2019.5240

Sedjati, S. (1999). *Kadar proksimat rumput laut Caulerpa racemosa dan C. serrulata di perairan Teluk Awur, Jepara.* Makalah ilmiah, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

Sihono, Tarman, K., Madduppa, H., & Januar, H. I. (2018). Metabolite profiles and antioxidant activity of Caulerpa racemosa with different handlings. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 13(3), 93–100. https://doi.org/10.15578/squalen.v13i3.355

Soenarto, A., Hadijah, H., & Indrawati, E. (2023). Sebaran anggur laut Caulerpa lentillifera di perairan Kabupaten Takalar. *Journal of Aquaculture and Environment*, 5(2), 73–77. https://doi.org/10.35965/jae.v5i2.2516

Stuthmann, L. E., Brix da Costa, B., Springer, K., & Kunzmann, A. (2023). Sea grapes (Caulerpa lentillifera J. Agardh, Chlorophyta) for human use: Structured review on recent research in cultivation, nutritional value, and post-harvest management. *Journal of Applied Phycology*, 35(6), 2957–2983. https://doi.org/10.1007/s10811-023-03031-x

Syakilla, N., George, R., Chye, F. Y., Pindi, W., Mantihal, S., Wahab, N. A., Fadzwi, F. M., Gu, P. H., & Matanjun, P. (2022). A Review on Nutrients, Phytochemicals, and Health Benefits of Green Seaweed, Caulerpa lentillifera. *Foods* (Basel, Switzerland), 11(18), 2832. https://doi.org/10.3390/foods11182832

Tapotubun, A. M. (2018). Komposisi kimia rumput laut (Caulerpa lentillifera) dari perairan Kei Maluku dengan metode pengeringan berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 13–23. https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21257

Tesvichian, S., Sangtanoo, P., Srimongkol, P., Saisavoey, T., Buakeaw, A., Puthong, S., Thitiprasert, S., Mekboonsonglarp, W., Liangsakul, J., Sopon, A., Prawatborisut, M., Reamtong, O., & Karnchanatat, A. (2024). Sulfated polysaccharides from Caulerpa lentillifera: Optimizing the process of extraction, structural characteristics, antioxidant capabilities, and anti-glycation properties. *Heliyon*, 10(1), e24444. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24444

Utami, T. P., Cakrawati, H., & Irramah, M. (2021). Review: potensi farmakologi makroalga genus Caulerpa bagi pengembangan obat bahan alam. *Jurnal Ilmiah Farmasi Attamru* (JIFA), 2(2), 37–47. https://doi.org/10.31102/attamru.2021.2.2.37-47

Venkatesh, S., Venkatesan, S., Singh, S., & Sankaralingam, S. (2025). Biological efficacies of sulfated polysaccharides extracted from a green seaweed, Caulerpa scalpelliformis (Turner) C. Agardh. *Natural Resources for Human Health*, 5, 549–562. https://doi.org/10.53365/nrfhh/204981

Vorse, J. G., Moody, C., Massoia, L. C., Perry, J., Burkholder, K., & Byron, C. (2023). Effect of post-harvest processing methods on the microbial safety of edible seaweed. *Journal of Applied Phycology*, 35, 1331–1346. https://doi.org/10.1007/s10811-023-02937-w

Wahjuningsih, S. B., Anggraeni, D., Siqhny, Z. D., Triputranto, A., Elianarni, D., Purwitasari, L., & Azkia, M. N. (2023). Formulation, nutritional and sensory evaluation of mocaf (modified cassava flour) noodles with latoh (Caulerpa lentillifera) addition. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 11(3), 1008–1021. https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.3.08

Wajdia, W., Darmawati, D., & Soadiq, S. (2024). Komposisi nutrisi berbagai jenis rumput laut Caulerpa sp. di Kepulauan Spermonde. OCTOPUS: *Jurnal Ilmu Perikanan*, 13(2), 81–88. https://doi.org/10.26618/o.v13i2.17454

Wirawan, I., Dewi, N. K. S., Sasadara, M., Sunyamurthi, I. G. N. A., Jawi, I. M., Wijaya, I., Darmawati, I. A. P., Suada, I. K., & Krisnandika, A. A. K. (2022). Phytochemical analysis and molecular identification of green macroalgae Caulerpa spp. from Bali, Indonesia. *Molecules,* 27(15), 4879. https://doi.org/10.3390/molecules27154879

Yulyana, A., Hastuti, A. A. M. B., Rohman, A., Setiawan, B., Khasanah, F., & Irnawati. (2023). Heavy metal levels in fish products in Indonesia: A survey. *Food Research*, 7(2), 74–84. https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(2).727