

Pengembangan Pengawet Alami Pangan yang Berkelanjutan Berbasis Anggur Laut (*Caulerpa spp.*) dari Perspektif Aksiologi

[Axiological Perspectives on the Development of Sustainable Natural Food Preservatives Derived from Sea Grapes (Caulerpa spp.)]

Moegiratul Amaro^{1,2*}, M Sarjan³, Siska Cicilia^{1,2}, Mutia Devi Ariyana^{1,2}, Ida Ayu Widhiantari^{1,2}, Hanifah Ayu^{1,2}, Sudarli^{1,4}, Gunawan^{1,5}, Amrullah^{1,6}, Husnul Jannah^{1,7}, dan Aida Muspi'ah^{1,8}

¹ Program Doktor Keberlanjutan Universitas Mataram, Mataram NTB

² Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram, Mataram NTB

³ Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram NTB

⁴ Dinas Pendidikan dan kebudayaan Kabupaten Sumbawa NTB

⁵ PT. Dredolf Indonesia Jakarta, Jakarta

⁶ Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Samawa Sumbawa, Sumbawa NTB

⁷ Fakultas Sains, Teknologi dan Terapan, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram NTB

⁸ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Mataram NTB

* Email korespondensi : moegiratulamaro@unram.ac.id

ABSTRACT

The use of synthetic preservatives in the food industry has raised significant health and environmental concerns due to their carcinogenic potential, endocrine-disrupting effects, allergenic risks, and toxic residues in ecosystems. This study examines the potential of sea grapes (Caulerpa spp.) as a natural food preservative from an axiological perspective, encompassing health values, environmental ethics, and socio-economic benefits. Caulerpa racemosa and Caulerpa lentillifera contain polyphenols, flavonoids, tannins, terpenoids, alkaloids, and sulfated polysaccharides (ulvan, fucoidan), which exhibit strong antioxidant and antimicrobial activities. These compounds have been shown to inhibit pathogenic bacteria, slow oxidation, and function effectively as preservatives in various forms such as extracts, edible films, powders, and functional food applications. From an axiological standpoint, the use of Caulerpa supports food safety, public health, environmental sustainability, and economic empowerment of coastal communities through product diversification and value-added processing of renewable marine bioresources. Despite its promising potential, challenges remain, including variability in metabolite content, the need for standardization, and long-term safety assessments. This study highlights Caulerpa spp. as a strategic candidate for developing safe, eco-friendly, and sustainable natural food preservatives.

Keywords: Sea grapes, Antimicrobial activity, Antioxidants, Caulerpa spp., Natural preservatives

ABSTRAK

Penggunaan pengawet sintetis pada industri pangan menimbulkan kekhawatiran kesehatan dan lingkungan karena risiko karsinogenik, gangguan endokrin, alergi, dan residu toksik pada ekosistem. Penelitian ini mengkaji potensi anggur laut (*Caulerpa spp.*) sebagai pengawet pangan alami dari perspektif aksiologi, mencakup nilai kesehatan, etika lingkungan, dan manfaat sosial-ekonomi. *Caulerpa racemosa* dan *Caulerpa lentillifera* diketahui mengandung polifenol, flavonoid, tannin, terpenoid, alkaloid, serta polisakarida sulfat (ulvan, fucoidan) yang memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba tinggi. Senyawa tersebut terbukti menghambat pertumbuhan bakteri patogen, memperlambat oksidasi, dan efektif sebagai bahan pengawet dalam bentuk ekstrak, edible film, serbuk, maupun aplikasi fungsional lainnya. Secara aksiologis, pemanfaatan *Caulerpa* mendukung keamanan pangan, kesehatan masyarakat, keberlanjutan lingkungan, serta memberikan peluang ekonomi bagi masyarakat pesisir melalui diversifikasi produk dan hilirisasi industri berbasis bioresource terbarukan. Meskipun potensinya besar, tantangan seperti variasi kandungan metabolit, kebutuhan standarisasi, serta uji toksisitas jangka panjang perlu diperhatikan. Kajian ini

menegaskan bahwa *Caulerpa spp.* merupakan kandidat strategis untuk pengembangan pengawet pangan alami yang aman, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Kata kunci: Anggur laut, Antimikroba, Antioksidan, *Caulerpa spp.*, Pengawet alami

Pendahuluan

Isu keamanan dan keberlanjutan pangan telah menjadi perhatian sentral dalam industri makanan global. Salah satu problem utama adalah penggunaan pengawet sintetis seperti natrium nitrit, benzoat, sorbat, hingga parabens pada berbagai produk olahan pangan. Pengawet sintetis tersebut memang efektif mencegah kerusakan mikrobiologis dan memperpanjang umur simpan, namun akumulasi pemakaiannya telah menimbulkan kekhawatiran serius dari sisi kesehatan dan lingkungan (Sharma, 2023; Shi et al., 2024). Banyak studi telah mengaitkan konsumsi residu pengawet sintetis jangka panjang dengan peningkatan risiko karsinogenik (pemicu kanker), reaksi alergi, gangguan sistem endokrin, serta potensi terjadinya resistensi mikroba. Selain itu, limbah pengawet sintetis yang terbuang ke lingkungan dapat mengganggu ekosistem mikroba tanah dan air serta menyebabkan akumulasi senyawa toksik di rantai pangan (Qasim et al., 2024).

Tingginya kesadaran masyarakat terhadap isu keamanan pangan turut didorong oleh kemajuan teknologi informasi dan transparansi akses pengetahuan, sehingga tuntutan konsumen akan pangan sehat, ramah lingkungan, dan bebas bahan kimia sintetis (clean label) terus meningkat (El et al., 2025). Fenomena ini tercermin dari berkembangnya tren produk “natural preserved”, “organic food”, maupun “eco-friendly food packaging” pada pasar domestik maupun global. Di sisi lain, regulasi di berbagai negara besar seperti Uni Eropa, Amerika Serikat, hingga Jepang kini semakin memperketat penggunaan serta labeling aditif sintetis pada pangan (Qasim et al., 2024; El et al., 2025).

Berkaitan dengan dinamika ini, inovasi dalam pengembangan pengawet alami berbasis sumber daya hayati yang berkelanjutan menjadi urgensi strategis baik untuk industri pangan maupun ketahanan pangan dunia. Sumber daya laut seperti rumput laut (seaweed), khususnya *Caulerpa spp.* (anggur laut), kini banyak diteliti karena kandungan senyawa bioaktif antibakteri, antioksidan, serta kemampuannya sebagai edible film yang ramah lingkungan dan efektif memperpanjang umur simpan pangan tanpa menimbulkan efek toksik (Qasim et al., 2024; El et al., 2025; Nurkolis et al., 2023). Makroalga laut, terutama anggur laut (*Caulerpa spp.*), kini diakui sebagai alternatif inovatif pengawet alami pangan karena kompleksitas kandungan bioaktifnya serta manfaat keberlanjutan lingkungannya. Dua spesies utama, yaitu *Caulerpa racemosa* dan *Caulerpa lentillifera*, secara tradisional telah dikonsumsi di kawasan Indo-Pasifik sebagai bahan makanan maupun sayuran laut. Penelitian terkini menunjukkan bahwa *Caulerpa* mengandung flavonoid, polifenol, tannin, terpenoid, alkaloid, serta polisakarida sulfat seperti ulvan dan fucoidan, yang secara sinergis berperan sebagai antioksidan kuat, agen antimikroba, dan memiliki kemampuan antiinflamasi yang tinggi (Santosa et al., 2024 ; Palaniyappan et al., 2023; Iveša et al., 2024).

Kajian aksiologi dalam pengembangan teknologi pengawet alami sangat penting. Dari sisi aksiologis, proses inovasi tidak sekadar mengejar efektivitas teknis, namun juga harus mempertimbangkan nilai-nilai etis, kebermanfaatn sosial, dan tanggung jawab lingkungan. Selain nilai kesehatan dan keberlanjutan lingkungan, pengembangan pengawet alami berbasis *Caulerpa* juga

menawarkan manfaat sosial-ekonomi, yakni penciptaan peluang industri hijau di sektor perikanan, pengolahan hasil perairan, serta diversifikasi produk pangan lokal yang bernilai tambah tinggi. Penggunaan *Caulerpa* sebagai edible coating, edible film, dan bahan aktif dalam pangan fungsional telah berhasil memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas nutrisi produk pangan selama proses distribusi (Rusli et al, 2024; Santosa, et al, 2024; Palaniyappan et al., 2023)

Namun, optimalisasi pemanfaatan *Caulerpa* sebagai pengawet pangan juga menghadapi tantangan, seperti variasi kandungan metabolit aktif yang dipengaruhi lokasi, musim, serta metode ekstraksi, belum adanya standar kualitas, serta perlunya uji toksisitas dan keamanan konsumsi jangka Panjang (Iveša et al., 2024). Dengan demikian, artikel ini bertujuan mengelaborasi prospek dan tantangan pengembangan pengawet alami pangan berbasis *Caulerpa* spp. secara komprehensif dari perspektif aksiologi meliputi aspek ilmiah, etika, sosial, hingga keberlanjutan sebagai kontribusi nyata menuju sistem pangan yang sehat, aman, ramah lingkungan, dan berkeadilan.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis studi literatur sistematis (systematic literature review) (Langford, 2023; Rahmadani & Muahiddah, 2024). Pendekatan ini dipilih karena tujuan penelitian adalah untuk melakukan sintesis mendalam dari berbagai disiplin ilmu termasuk ilmu pangan, biologi kelautan, ekologi, sosial-ekonomi perikanan, dan etika lingkungan guna membangun argumen konseptual yang koheren. Studi literatur sistematis memungkinkan identifikasi, evaluasi, dan interpretasi yang terstruktur terhadap semua penelitian relevan yang tersedia terkait topik yang dirumuskan (Rabia, 2025).

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari sumber-sumber Data Primer (dalam konteks studi literatur) yaitu artikel jurnal ilmiah internasional dan nasional yang telah melalui proses peer-review. Data Sekunder Tambahan berasal dari buku, bab dalam buku, laporan teknis dari lembaga pemerintah (seperti Kementerian Kelautan dan Perikanan/KKP), organisasi non-pemerintah, dan badan internasional (seperti FAO), serta artikel ulasan (review articles) yang relevan dengan ekonomi biru, etika aksiologi, dan keamanan pangan (Langford, 2023; Yunus et al., 2024; Rahmadani & Muahiddah, 2024).

Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara sistematis melalui tiga tahapan utama:

1. **Tahap 1: Penentuan Basis Data:** Pencarian literatur dilakukan pada basis data ilmiah bereputasi, seperti Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar, dan portal Garuda untuk publikasi nasional (Langford, 2023).
2. **Tahap 2: Penentuan Kata Kunci:** Kata kunci disusun dalam tiga kelompok untuk memastikan cakupan pencarian yang komprehensif. Kelompok A (Spesies): "*Caulerpa* spp.", "*Caulerpa racemosa*", "*Caulerpa lentillifera*", "anggur laut", "sea grapes". Kelompok B (Aplikasi Pengawet): "natural food preservative", "pengawet alami", "antimicrobial", "antibacterial", "antioxidant", "edible coating", "food preservation". Kelompok C (Konteks Aksiologis & Keberlanjutan): "axiology", "sustainable aquaculture", "akuakultur berkelanjutan", "blue economy", "ekonomi biru".
3. **Tahap 3: Seleksi Literatur Berdasarkan Kriteria Inklusi dan Eksklusi:** Artikel yang ditemukan kemudian disaring berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan untuk memastikan relevansi dan kualitas.

Hasil dan pembahasan

Komponen Bioaktif dan Aktivitas Pengawet

Anggur laut (*Caulerpa racemosa* dan *Caulerpa lentillifera*) kaya akan senyawa bioaktif seperti polifenol, flavonoid, tanin, saponin, terpenoid, alkaloid, serta vitamin dan mineral. Berikut adalah tabel perbandingan dari berbagai penelitian terkait pemanfaatan *Caulerpa spp.* sebagai pengawet alami pangan, meliputi komposisi senyawa bioaktif, aktivitas antioksidan, aktivitas antimikroba, dan aplikasi fungsional:

Tabel 1. Kandungan Bioaktif Anggur Laut (*Caulerpa spp.*)

Penelitian Tahun	& Jenis <i>Caulerpa</i>	Komposisi Bioaktif Utama	Aktivitas Antioksidan	Aktivitas Antimikroba	Aplikasi/Fungsi Potensial
(Akbar <i>et al.</i> , 2023)	<i>C. taxifolia</i> , <i>C. peltata</i>	Heptadecane, Hexadecanoic acid, ester, alkana, alkena, hidroksil	DPPH: <i>C. taxifolia</i> 42.59%, <i>C. peltata</i> 39.81%	<i>C.</i> Potensial antibakteri (senyawa ester & alkan)	Pengawet, agen antimikroba
(Palaniyappan <i>et al.</i> , 2023)	<i>C. racemosa</i>	Fenolik (11.99 mg GAE/g), flavonoid (33.17 mg QE/g), tannin, pigmen	DPPH: 54.21%, ABTS: 76.62% (metanol)	Teridentifikasi aktivitas antibacterial	Antioksidan, pengawet, antimikroba
(Dissanayake <i>et al.</i> , 2022)	<i>C. racemosa</i>	Polifenol, caulerpin, n-hexadecanoic acid, ester	Potensi antioksidan; efek tergantung dosis	Aktif terhadap bakteri, aktivitas antikanker	Antioksidan, antidiabetik, antikanker
(Nurkolis <i>et al.</i> , 2023)	<i>C. lentillifera</i>	Flavonoid, fenolik, pigmen, saponin, asam lemak, asam amino	DPPH/ABTS tinggi pada fraksi etanol	Efek sitotoksik, anti-obesitas	Pengawet, fungsional food, antikanker
(Koodkaew <i>et al.</i> , 2024)	<i>C. lentillifera</i>	Karotenoid, triterpenoid, polifenol, α -tokoferol	Aktif, antioksidan cukup tinggi	IC ₅₀ Inhibitor glukosidase, α -efek antidiabetik	Antioksidan, antidiabetik
Hager Ahmed <i>et al.</i>	<i>C. racemosa</i>	Fatty acids (asam lemak), komponen crude extract	Tidak dilaporkan langsung	Inhibisi <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Candida albicans</i>	Antibiotik alami, pengawet pangan
(Ouahabi <i>et al.</i> , 2025)	<i>C. prolifera</i>	Fenolik, flavonoid, polifenol	Aktivitas antioksidan dan anti-diabetik tinggi	Diuji in vitro terhadap enzim diabetes	Antioksidan, antidiabetik
(Santosa <i>et al.</i> , 2024)	<i>C. racemosa</i> , <i>C. lentillifera</i>	Bakteri simbiotik penghasil enzim dan antibakteri	Tidak dilaporkan langsung	Potensi antibakteri dari isolat bakteri	Pengawet pangan biologis
(Cabral <i>et al.</i> , 2021)	Berbagai rumput laut	Polifenol, asam lemak, peptida	Diulas secara umum	Diulas sebagai antimikroba makroalga	Alternatif pengawet alami makanan

Implementasi Anggur Laut dalam Sistem Pengawetan Pangan

Bentuk pemanfaatan *Caulerpa spp.* dalam pengawetan pangan berdasarkan penelitian-penelitian terbaru dapat diamati pada tabel berikut:

Tabel 2. Bentuk Pengaplikasian Anggur Laut (*Caulerpa spp*) pada Produk Pangan

Bentuk	Cara Pembuatan	Mekanisme Pengawetan	Contoh Aplikasi
Ekstrak cair (ulvan atau larutan madu) (Shomron <i>et al.</i> , 2022)	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstraksi ulvan dengan air panas atau alkali, kemudian filtrasi. • Larutan madu 30 % (v/v) untuk menginkubasi produk ikan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ulvan merangsang respons pertahanan tanaman (ROS, katalase, SOD) yang dapat diterapkan pada buah-buah. • Madu menghasilkan hidrogen peroksida antibakteri. 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan ulvan 1000 mg L⁻¹ pada anggur meja menurunkan <i>Botrytis cinerea</i> • Madu 30 % memperpanjang umur ikan bandeng hingga 72 jam pada suhu ruang
Kemasan Atmosfer Modifikasi (MAP) (Moreira <i>et al.</i> , 2023)	Pembungkusan anggur laut yang telah diproses (kering atau beku) dalam kemasan dengan gas O ₂ rendah, CO ₂ tinggi, N ₂ seimbang.	MAP menurunkan laju respirasi seaweed, menjaga warna, tekstur, serta mengurangi beban mikroba.	MAP pada <i>Ulva lactuca</i> dan <i>Porphyra umbilicalis</i> memperpanjang penyimpanan 15 hari pada 6 °C
Film/Coating berbasis biopolymer (Furtado <i>et al.</i> , 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Campuran alginat/pektin 5 % dengan ekstrak cranberry pomace atau biji anggur (atau ekstrak anggur laut). • Pengaplikasian lapisan tipis pada produk ikan atau daging. 	Film menyediakan barikade fisik serta mengantarkan antioksidan dan antimikroba ke permukaan makanan.	Film alginat/pektin + ekstrak biji anggur menurunkan <i>Listeria</i> pada herring selama 18 hari
Produk kering (serbuk atau bubuk) (Devi <i>et al.</i> , 2025)	<ul style="list-style-type: none"> • Pengeringan anggur laut (matahari atau angin) kemudian digiling menjadi serbuk. • Penambahan pada minuman fungsional, snack bar, atau aditif daging. 	Serbuk menyumbang serat, protein, dan antioksidan; meningkatkan nilai gizi serta memperlambat oksidasi lemak.	Snack bar berbasis blondo + serbuk anggur laut meningkatkan kadar protein, lemak, dan menurunkan IC50 antioksidan
Penambahan langsung pada minuman fungsional	Ekstrak atau serbuk anggur laut dicampur dengan bahan lain (mis. kayu manis) dalam formulasi minuman.	Kombinasi meningkatkan total polifenol dan aktivitas antioksidan, serta meningkatkan penerimaan sensorik.	Minuman fungsional sea grape + kayu manis 2,5 g menghasilkan polifenol 11,36 % dan antioksidan 31,66 %

Perspektif Aksiologi dalam Pengembangan Anggur Laut

a) Alternatif Pengawet yang Aman bagi Kesehatan

Bahan pengawet sintetis seperti nitrit, benzoat, formalin, dan paraben telah banyak digunakan di industri pangan sebagai pengawet. Namun, banyak penelitian melaporkan risiko-risiko serius dari bahan kimia tersebut dalam jangka panjang. Syakilla *et al.*, 2022 melaporkan nitrit dapat bereaksi dengan amina pada makanan menghasilkan nitrosamin, senyawa yang bersifat karsinogenik dan dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker kolorektal, lambung, dan organ lain jika dikonsumsi berlebihan serta dalam jangka Panjang. Selain itu, konsumsi benzoat secara berlebihan dan dalam kombinasi dengan vitamin C, dapat menghasilkan benzena, senyawa karsinogenik. Paparan kronis juga berpotensi menyebabkan reaksi alergi dan iritasi pada sensitifitas tertentu (Iveša *et al.*, 2024). Pengembangan dan aplikasi pengawet alami seperti anggur laut (*Caulerpa spp.*) menawarkan keamanan yang lebih baik dengan profil risiko minimal. Beberapa studi membuktikan *Caulerpa*

mengandung senyawa polifenol, flavonoid, saponin, tannin, terpenoid, dan pigmen (klorofil, beta-karoten) yang memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba kuat yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan patogen, serta memperlambat oksidasi lemak pada pangan (Damayati et al., 2024; Iveša et al., 2024; Wing-Fai Yap, 2019).

b) Mendukung Gerakan Pangan Fungsional dan Clean Label Food

Clean label food menjadi trend global. Produk dengan sedikit atau tanpa tambahan bahan sintetis mulai digemari di masyarakat. Penggunaan *Caulerpa* sebagai pengawet alami memenuhi prinsip clean label, natural, dan eco-friendly. Seluruh kandungan sebagai pengawet berasal dari komponen alami tanpa aditif sintetis. Budidaya *Caulerpa* tidak memerlukan agrochemical berlebihan dan dapat memperbaiki kualitas lingkungan laut (biofilter alami, mitigasi pencemaran). Selain berperan sebagai pengawet, anggur laut juga merupakan sumber serat, mineral (Ca, Mg, Zn), vitamin, dan senyawa bioaktif lain yang bermanfaat bagi kesehatan (antiinflamasi, antikanker, penurun tekanan darah, antidiabetes) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pangan fungsional ((Syakilla et al., 2022 ; Iveša et al., 2024).

Pengembangan anggur laut sebagai alternatif pengawet pangan adalah aksiologis bernilai kemanusiaan dan kesehatan karena mampu menekan risiko kesehatan dari aditif sintetis, mendukung keamanan pangan, menjaga kesehatan masyarakat serta lingkungan, dan sejalan dengan gerakan pangan sehat global. Substitusi pengawet sintetis dengan *Caulerpa* memiliki implikasi langsung bagi peningkatan derajat kesehatan masyarakat dan ekonomi pesisir.

Etika Lingkungan dan Ekonomi Berbasis Bioresource Renewable

a) Bioresource yang Renewable dan Lokal

Caulerpa lentillifera dan *Caulerpa racemosa* adalah alga hijau yang mudah dibudidayakan di perairan tropis dan subtropis, terutama pesisir Asia Tenggara seperti Indonesia, Filipina, dan Vietnam. Budidaya *Caulerpa* termasuk bentuk “blue economy” karena merupakan sumber daya yang renewable dan bisa diperbarui dalam waktu singkat. *Caulerpa* dapat dibudidayakan di lahan/area pesisir tanpa mengganggu ekosistem alami jika dikelola dengan baik. Budidaya *Caulerpa* menjadi diversifikasi mata pencaharian bagi masyarakat pesisir, mengurangi tekanan pada ikan tangkap dan ekosistem terumbu karang (Hasbullah et al., 2024 ; Elisabeth et al., 2023).

b) Pengurangan Jejak Karbon dan Dukungan Ekonomi Pesisir

Budidaya *Caulerpa* memerlukan jejak karbon lebih rendah dibanding komoditas protein hewani, karena tidak membutuhkan pakan pabrikan dan tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca signifikan (Hasbullah et al., 2024). Budidaya lokal menghemat energi transportasi, memperpendek rantai distribusi, dan mengurangi kebutuhan impor bahan pangan. Alga ini dapat dimasukkan dalam sistem Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA), di mana *Caulerpa* berperan menyerap limbah nutrient (seperti nitrogen dari budidaya ikan/udang), sehingga memperbaiki kualitas air dan mengurangi eutrofikasi (Jongjaraunsuk et al., 2025) ; Rahmadani, 2024). Di banyak daerah pesisir Indonesia dan Asia Tenggara, *Caulerpa* telah menjadi sumber pendapatan tambahan dan bahkan utama sehingga dapat meningkatkan pendapatan petani dan membuka peluang ekonomi baru berbasis sumber daya lokal (Suyono et al., 2024 ; Yunus et al., 2024).

c) Produksi dan Pemanfaatan yang Ramah Ekosistem

Caulerpa tidak merusak lingkungan selama praktik budidaya berkelanjutan diterapkan. Caulerpa tidak boleh diambil secara berlebihan dari alam dan menjaga rotasi/aturan panen (Elisabeth et al., 2023 ; Rabia, 2025). Budidaya di kolam/indoor terkendali dapat memitigasi risiko pencemaran air atau penyakit massal, serta tidak membawa spesies invasif ke perairan lain. Praktik budidaya Caulerpa yang baik dapat mengintegrasikan pemantauan kualitas air, uji toksisitas produk, dan pengelolaan limbah agar tidak mencemari lingkungan (Lideman, 2024; Elisabeth et al., 2023).

d) Diversifikasi dan Nilai Tambah Melalui Pengolahan Caulerpa

Anggur laut segar memiliki shelf life yang sangat pendek (1–3 hari pada suhu ruang) (Elisabeth et al., 2023), sehingga distribusi jarak jauh/lintas pulau sangat terbatas. Pengolahan Caulerpa menjadi produk olahan seperti acar, pickles, keripik, atau ekstrak fungsional dapat memperpanjang umur simpan dan memperluas pemanfaatannya. Penggunaan pengeringan, pendinginan, atau penggunaan UV-C dapat menambah ketahanan simpan namun tetap perlu memperhatikan perubahan organoleptik dan nutrisi utama (Elisabeth et al., 2023). Pengembangan produk dengan nilai tambah (keripik, tepung, kapsul suplemen) memperluas pasar (tidak hanya segar), sehingga mengurangi loss akibat keterbatasan shelf life dan meningkatkan pendapatan petani/pelaku UMKM pesisir (Santosa et al., 2024; Rabia, 2025).

Etika lingkungan dalam pemanfaatan Caulerpa berbasis pada prinsip keberlanjutan, penggunaan sumber daya yang dapat diperbarui dan ramah lingkungan, serta menciptakan nilai ekonomi untuk masyarakat pesisir tanpa merusak ekosistem laut. Dengan inovasi budidaya dan pengolahan yang tepat, Caulerpa menjadi bioresource strategis yang mampu mengurangi jejak karbon, memitigasi risiko lingkungan, dan membantu ekonomi lokal berkembang lebih resilien dan inklusif.

Etika Sosial dan Keberlanjutan

a) Pendorong Industri Kelautan Nasional dan Ekonomi Pesisir

Produk pengawet alami berbahan dasar Caulerpa dapat menjadi rantai inovasi pada industri kelautan, dari hilirisasi bahan mentah hingga pengolahan produk pangan, kesehatan, dan kosmetik (Mahmudah et al., 2024). Hilirisasi dan diversifikasi produk (downstream processing) Caulerpa misalnya menjadi minuman fungsional, jelly, snack, biskuit, powder, hingga kosmetik dan pengawet alami secara empiris telah meningkatkan pendapatan petani dan nelayan, serta mendukung pembentukan ekosistem UMKM pesisir (Mahmudah et al., 2024 ; Fitriatno et al., 2025).

Program pelatihan, mentoring, dan pemberdayaan berbasis partisipatif untuk kelompok petani/UMKM pesisir mampu meningkatkan keterampilan, pengetahuan bisnis, dan jejaring pemasaran sehingga tercipta peluang kerja baru dan kemandirian ekonomi lokal. Studi di Nusa Tenggara dan Lamongan membuktikan bahwa anggur laut menjadi sumber ekonomi baru yang tidak hanya berorientasi ekspor sebagai bahan mentah, tapi juga masuk ke pasar domestik dalam bentuk produk olahan bernilai tambah tinggi (Nur Mahmudah, 2024; Imam, Fitriatno, 2025).

b) Meningkatkan Ketahanan Pangan Nasional (Food Security)

Produk pengawet alami dari Caulerpa membantu memperpanjang masa simpan pangan dan hasil panen laut, sehingga mengurangi masalah di sektor pangan pesisir, yaitu tingginya kehilangan pasca panen (post-harvest loss) akibat daya tahan rendah produk segar (Fitriatno et al., 2025; Elisabeth et al., 2023). Pengolahan anggur laut menjadi produk berbasis pengawet alami (misal dalam bentuk ekstrak atau powder) secara signifikan menurunkan tingkat pembusukan dan memastikan lebih

banyak hasil panen sampai ke konsumen dengan nilai gizi terjaga (Damayati et al., 2024). Kandungan bioaktif (fenolik, flavonoid, saponin, alkaloid, vitamin, mineral, serta antioksidan tinggi) pada *Caulerpa* memberi manfaat kesehatan sebagai pangan fungsional serta layak jadi bahan baku produk pengawet alami (food-grade) yang aman dan sehat. Anggur laut juga aman dikonsumsi dalam jangka panjang, rendah kalori, sumber serat, dan berpotensi menurunkan risiko penyakit degeneratif—menjadikannya pilihan pangan sehat berkelanjutan (Kumar et al., 2017 ; Damayati et al., 2024).

c) Dampak Sosial dan Lingkungan yang Berkelanjutan

Pengembangan produk dari *Caulerpa* meminimalkan ketergantungan ekonomi pada satu jenis komoditas laut, membantu daya adaptasi masyarakat terhadap fluktuasi pasar (misal harga ikan, udang), sekaligus menjaga keberlanjutan sumber daya laut setempat karena budidayanya relatif ramah lingkungan (Fitriatno et al., 2025; Hasbullah, 2024). Praktik ini juga memberdayakan perempuan pesisir, yang seringkali mengelola proses pasca panen dan pengolahan makanan, berkat pelatihan produksi dan pemasaran produk olahan anggur laut (Söhnen et al., 2025). Diversifikasi pangan laut dan produk turunannya berkontribusi langsung terhadap tujuan SDGs: mengurangi kemiskinan, kelaparan, meningkatkan inklusi gender, serta perlindungan ekosistem laut.

Pengembangan produk pengawet alami dari anggur laut tidak hanya menjadi inovasi teknologi pangan, namun juga memainkan peran signifikan dalam pembangunan industri kelautan nasional yang berkelanjutan, memperluas peluang ekonomi masyarakat pesisir, serta memperkuat ketahanan pangan dan menyediakan alternatif pangan sehat dalam jangka panjang (Fitriatno et al., 2025; Söhnen et al., 2025).

Kesimpulan

Pengembangan anggur laut (*Caulerpa spp.*) sebagai pengawet alami pangan menawarkan solusi strategis terhadap meningkatnya kekhawatiran atas penggunaan pengawet sintetis yang berisiko bagi kesehatan dan lingkungan. Kandungan bioaktif *Caulerpa* seperti polifenol, flavonoid, tanin, terpenoid, alkaloid, ulvan, dan fucoidan memberikan aktivitas antioksidan dan antimikroba yang kuat, sehingga efektif memperpanjang umur simpan serta menjaga kualitas pangan. Dari perspektif aksiologi, pemanfaatan *Caulerpa* bukan hanya bernilai ilmiah, tetapi juga memiliki dimensi etis, sosial, dan ekologis. Secara etis, *Caulerpa* menjadi alternatif pengawet yang lebih aman dan mendukung tren clean label food. Secara ekologis, *Caulerpa* adalah bioresource terbarukan yang ramah lingkungan, serta mendukung praktik ekonomi biru (blue economy). Sementara secara sosial, pengembangannya membuka peluang pemberdayaan ekonomi masyarakat pesisir melalui budidaya, pengolahan, diversifikasi produk, dan hilirisasi industri. Secara keseluruhan, *Caulerpa spp.* memiliki prospek besar sebagai pengawet pangan alami yang berkelanjutan, sekaligus memberikan manfaat bagi kesehatan masyarakat, keberlanjutan lingkungan, dan ekonomi lokal. Pengembangannya dapat menjadi pilar penting dalam mewujudkan sistem pangan yang aman, sehat, ramah lingkungan, dan berkeadilan.

Daftar pustaka

Akbar, S. A. L. I., Hasan, M., Afriani, S., & Nuzlia, C. U. T. (2023). Evaluation of phytochemical composition and metabolite profiling of macroalgae *Caulerpa taxifolia* and *C. peltata* from the Banda Aceh coast, Indonesia. 24(10), 5283–5292. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d241009>

- Ashour, N. A., Saleh, M. M., Mostafa, N. Y., & El-shoubaky, G. A. (2025). Isolation , characterization and antimicrobial potential of Ulvan from abundant green marine macroalgae , Egypt.
- Brix, B., & Kunzmann, A. (2025). Comparative analysis of the nutritional profiles of five edible macroalgae as sustainable food sources.
- Cabral, E. M., Oliveira, M., Mondala, J. R. M., Curtin, J., Tiwari, B. K., & Garcia-vaquero, M. (2021). Antimicrobials from Seaweeds for Food Applications.
- Damayati, D. S., Ibrahim, I., Haris, W. A., & Alam, S. (2024). Nutrition Analysis Of Seaweed Grapes (*Caulerpa Racemosa*) Substitution Layang Fish (*Decapterus Ruselli*) As Alternative Of Public Nutrition Repair Analisis Gizi Rumput Laut Anggur (*Caulerpa Racemosa*) Substitusi Ikan Layang (*Decapterus Ruselli*) Sebagai Alternatif Perbaikan Gizi Masyarakat. IV(1), 47–58.
- Devi, S., Aeni, M. N., Hazimah, T., Insyirah, A., Azmi, H. R., Gunawan, A., & Nasrullah, N. (2025). Potensi Snack Bar Berbasis Blondo dan Substitusi Tepung Anggur Laut untuk Mendukung Performa Atlet The Potential of Blondo-Based Snack Bars and Sea Grape Flour Substitution to Support Athlete Performance. 9(1), 76–86. <https://doi.org/10.20473/amnt.v9i1.2025.76-86>
- Dissanayake, I. H., Bandaranayake, U., Keerthirathna, L. R., Manawadu, C., Silva, R. M., Mohamed, B., Ali, R., & Peiris, D. C. (2022). Integration of in vitro and in - silico analysis of *Caulerpa racemosa* against antioxidant , antidiabetic , and anticancer activities. *Scientific Reports*, 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24021-y>
- El, N., El, A., Abdoullatif, H., & Chakib, B. (2025). Recent advances in natural food preservatives : a sustainable solution for food safety and shelf life extension. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 19(1), 293–315. <https://doi.org/10.1007/s11694-024-02969-x>
- Elisabeth, L., Beatrice, S., 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. 2957–2983. <https://doi.org/10.1007/s10811-023-03031-x>
- Fitriatno, I., Purnomo, H., Bhaskara, W. E., P, H. C., Permana, D., Amin, M. R. Al, Prastiyani, M. M., Amsari, R., Prasetyo, H. F., Syafii, I., Nh, D. J., & Muna, C. (2025). International Journal of Current Science Research and Review From The Sea to Sustainability : Transforming Seaweed into High-Value Products for the Economic Resilience of Farmers Groups in East Nusa Tenggara Corresponding Author : Choirul Muna Corresponding Author : Choirul Muna. 08(09), 4454–4462. <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V8-i9-06>
- Furtado, A. J., Abdalla Filho, A. L., Bruno, J. F., Neto, R. P., Lobo, A. A. G., da Silva, G. V., Junior, F. P., Alves, T. C., Berndt, A., de Faria Pedrosa, A., de Medeiros, S. R., Oliveira, P. P. A., & Rodrigues, P. H. M. (2023). Pigeon Pea Intercropped with Tropical Pasture as a Mitigation Strategy for Enteric Methane Emissions of Nellore Steers. *Animals*, 13(8), 1–20. <https://doi.org/10.3390/ani13081323>
- Iveša, N., Burić, P., Buršić, M., Kovačić, I., Paliaga, P., Pustijanac, E., ... & Millotti, G. (2024). A review on nutrients, phytochemicals, health benefits and applications of the green seaweed *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh. *Journal of applied phycology*, 36(6), 3451–3473.
- Jongjaraunsuk, R., Khaodon, K., Rermdumri, S., & Intarachart, A. (2025). Nitrogen Budget and the Effects of Sea Grape (*Caulerpa lentillifera*) Density on the Water Quality and Growth Performance of Asian Seabass (*Lates calcarifer*) in a Polyculture System.

- Kartika, T., & Edison, E. (2021). Pengembangan Agrowisata Berbasis Masyarakat Di Desa Lamajang Kabupaten Bandung. *Jurnal Hospitaliti Dan Pariwisata*, 4(2), 179–198. <https://doi.org/10.35729/jhp.v4i2.68>
- Koodkaew, I., Pitakwongsaporn, S., Jarussophon, N., & Wichachucherd, B. (2024). Chemical Profile , Antioxidant Activity and α -Glucosidase Inhibition of Sea Grape *Caulerpa lentillifera* Collected from Different Sites in Thailand. 21(4), 1–15.
- Kumar, A., Krishnamoorthy, E., Devi, H. M., Uchoi, D., Tejpal, C. S., Ninan, G., & Zynudheen, A. A. (2017). Influence of sea grapes (*Caulerpa racemosa*) supplementation on physical , functional , and anti-oxidant properties of semi-sweet biscuits.
- Langford, Z. (n.d.). Globalisation and Livelihood Transformations in the Indonesian Seaweed Industry.
- Mahmudah, N., Shofiyuddin, A., Mu, M., Ilmi, A., & Ningrum, I. K. (2024). Hilirization of Processed Seagrape Products to Improve The Economy of The Lamongan Community Hilirisasi Produk Olahan Anggur Laut untuk Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Kabupaten Lamongan. 8(2), 540–551.
- Moreira-leite, B., Antunes, R., Martins, N., Costa, N., Noronha, P., Mata, P., & Diniz, M. (2023). Modified Atmosphere Packaging (MAP) for Seaweed Conservation : Impact on Physicochemical Characteristics and Microbiological Activity.
- Nurkolis, F., Kurniawan, R., Kurniatanty, I., Park, M. N., Moon, M., Fatimah, S., Gunawan, W. Ben, Surya, R., Taslim, N. A., Song, H., & Kim, B. (2023). New Insight on In Vitro Biological Activities of Sulfated Polysaccharides from Ulvophyte Green Algae. 1–16.
- Ouahabi, S., Daoudi, N. E., Chebaibi, M., Mssillou, I., Rahhou, I., Bnouham, M., Hammouti, B., Fauconnier, M., & Gotor, A. A. (2025). A Comparative Study of the Phytochemical Composition , Antioxidant Properties , and In Vitro Anti-Diabetic Efficacy of Different Extracts of *Caulerpa prolifera*. 1–20.
- Palaniyappan, S., Sridhar, A., Kari, Z. A., Guillermo, T., & Ramasamy, T. (2023). Evaluation of Phytochemical Screening , Pigment Content , In Vitro Antioxidant , Antibacterial Potential and GC-MS Metabolite Profiling of Green Seaweed *Caulerpa racemosa*. i.
- Qasim, M., Mohd, A., Azhar, A., Sakinah, M., Munaim, A., Fathin, N., Alsubhi, L. M., Ahmad, N., & Essam, A. (2024). Seaweed organic compounds source of hydrocolloids and sustainable food packaging : properties , application , and future direction. *Discover Food*. <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00173-w>
- Rabia, M. D. S. (2025). Beyond culture , production and post-harvest practices with innovative integration of sea grapes (*Caulerpa lentillifera*): A review on its potential for mass production and adoption. 26(5), 129–137.
- Ragunath, C., & Ramasubramanian, V. (2024). Effect of dietary seaweed *Caulerpa racemosa* on growth , biochemical , non - specific immunity , and disease resistance to *Pseudomonas aeruginosa* in *Cirrhinus mrigala*. *The Journal of Basic and Applied Zoology*. <https://doi.org/10.1186/s41936-024-00365-x>
- Rahmadani, T. B. C., & Muahiddah, N. (2024). Potensi Budidaya Laut dengan Menggunakan Konsep Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA). *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 10(3), 464–474.

- Rusli, A., Santi, A., Malle, S., Arfini, F., Arsyad, M. A., Syukroni, I., & Inthe, M. G. (2024). Application of antimicrobial edible film incorporated with *Caulerpa racemosa* crude extract as active packaging of seaweed dodol. *Applied Food Research*, 4(2), 100625. Santosa, G. W., Djunaedi, A., Susanto, A. B., Pringgencies, D., Ariyanto, D., & Pranoton, A. K. (2024). The potential Two Types of Green Macroalgae (*Caulerpa racemosa* and *Caulerpa lentillifera*) as a Natural Food Preservative from Jepara beach , Indonesia. 21(5).
- Seaweed, G., 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*. 1–24.
- Sharma, M. (2023). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences Studies on Ginger Based Intercropping Systems for Higher Yield and Income*. 12(9), 105–113.
- Shi, J., Xu, J., Liu, X., Goda, A. A., Salem, S. H., & Deabes, M. M. (2024). Evaluation of some artificial food preservatives and natural plant extracts as antimicrobial agents for safety. *Discover Food*. <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00162-z>
- Shomron, A., Duanis-assaf, D., Galsurker, O., Golberg, A., & Alkan, N. (2022). Extract from the Macroalgae *Ulva rigida* Induces Table Grapes Resistance to *Botrytis cinerea*.
- Söhnen, M., Mandl, H., Prasad, R., Brix, B., Kunzmann, A., & Springer, K. (2025). Potential use of Fiji sea grapes , *Caulerpa racemosa* “ nama ”: ecophysiological and biochemical investigations.
- Suyono, S., Sutaman, S., Nurjanah, N., & Cahyani, A. (2024). *International Journal of Advances in Social Sciences and Humanities Sustainable Aquaculture in Southeast Maluku : A Strategic Plan for Seaweed Cultivation*. 3(November), 219–225. <https://doi.org/10.56225/ijassh.v3i4.366>
- Yunus, M. H., Asaff, R., Ardhana, M. A., Sopian, F. A., Djemma, U. A., & Palopo, K. (2024). *Seminar Nasional FMI 2024 Manado Seminar Nasional FMI 2024 Manado*. 2, 1362–1374.