

## Review: potensi farmakologi makroalga genus *Caulerpa* bagi pengembangan obat bahan alam

Tyas Putri Utami<sup>1</sup>, Hanna Cakrawati<sup>2</sup>, Miftah Irramah<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Farmasi, Universitas Esa Unggul, Jakarta, Indonesia

Jalan Arjuna Utara No.9, RT.1/RW.2, Duri Kepa, Kec. Kb. Jeruk, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11510

<sup>2</sup> Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Jawa Timur Indonesia

Jl. Bendungan Sutami, Sumbersari, Lowokwaru, Malang City, East Java 65145

<sup>3</sup> Departemen Fisika, Fakultas Kedokteran, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

Jl. Universitas Andalas, Limau Manis, Kota Padang Sumatera

Alamat e-mail korespondensi: [tyas.putri@esaunggul.ac.id](mailto:tyas.putri@esaunggul.ac.id)<sup>1</sup>, [hanna.bdz@gmail.com](mailto:hanna.bdz@gmail.com)<sup>2</sup>, [miftahirrahmah@gmail.com](mailto:miftahirrahmah@gmail.com)<sup>3</sup>

### Informasi Artikel

Kata Kunci :  
Farmakologi  
Makroalga  
*Caulerpa*  
Obat  
Bahan alam

### Abstrak

Indonesia memiliki kekayaan alam bahari yang tinggi yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi obat bahan alam. Salah satu kekayaan bahari yang dapat dimanfaatkan adalah makroalga Chlorophyta. *Caulerpa*, salah satu genus makroalga chlorophyte dari family *Caulerpaceae*, yang dikenal dengan anggur laut, memiliki kandungan nutrisi dan metabolit sekunder yang membuatnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, obat dan kosmetik. Mengingat *Caulerpa* memiliki banyak manfaat yang dapat dikembangkan, maka diperlukan informasi lebih jauh mengenai kandungan dan efek farmakologis untuk pengembangan obat bahan alam dari jenis-jenis *Caulerpa* yang dapat ditemukan di wilayah perairan Indonesia. Informasi diperoleh melalui studi literatur. Terdapat tujuh jenis *Caulerpa* yang dilaporkan terdapat di beberapa wilayah perairan di Indonesia, yakni *Caulerpa racemosa*, *C. sertularioides*, *C. taxifolia*, *C. serrulata*, *C. lentillifera*, *C. peltata* dan *C. cupressoides*. Sebagian besar penggunaan makroalga *Caulerpa* dalam pengobatan, berasal dari aktivitas antioksidan yang dimilikinya. Sebagian lainnya, memiliki aktivitas antibakteri yang telah diujikan pada beberapa jenis bakteri. Masih sedikit informasi yang terkait dengan efek-efek lainnya pada kesehatan. Begitupula dengan pengembangannya, sebagian besar masih berada dalam tahap pengujian menggunakan ekstrak dengan berbagai pelarut. Masih sedikit penelitian terkait dengan pengembangan formulasi dari makroalga *Caulerpa*.

### Abstract

The high marine natural wealth of Indonesia is potentially developed into natural medicine. One of them is the Chlorophyta macroalgae. *Caulerpa*, a genus of chlorophyte macroalgae from the *Caulerpaceae* family, known as sea grapes, contains nutrients and secondary metabolites which make it useful as food, medicine and cosmetics. Considering many beneficial effects of *Caulerpa* can be developed, further information is needed regarding the compounds and pharmacological effects for the natural medicines development from *Caulerpa* species found in Indonesian waters. Information obtained through literature study. There are seven species of *Caulerpa* reported in several Indonesian waters, namely *Caulerpa racemosa*, *C. sertularioides*, *C. taxifolia*, *C. serrulata*, *C. lentillifera*, *C. peltata* and *C. cupressoides*. Most of the use of *Caulerpa* macroalgae in medicine comes from its antioxidant activity. Others have an antibacterial activity that has been tested on several types of bacteria. There is little information related to other effects on health. Likewise, with its development, most of them are still in the testing stage using extracts with various solvents. There is still little research related to the development of formulations of *Caulerpa* macroalgae.

## 1. Pendahuluan

Indonesia telah dikenal dunia sebagai negara dengan biodiversitasnya yang tinggi. Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki wilayah perairan yang luas. Masih banyak sekali biodiversitas di Indonesia yang belum tereksplorasi. Sebagian biota laut Indonesia telah diketahui memiliki berbagai macam kandungan yang sangat bermanfaat bagi dunia kesehatan. Banyak obat yang dikembangkan bersumber dari bahan alam. Sebagian di antaranya merupakan produk jamu dan sebagian lainnya pada awalnya merupakan bahan pangan fungsional yang kemudian diuji kandungannya sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi fitofarmaka.

Salah satu bahan alam bahari yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi fitofarmaka adalah makroalga atau ganggang. Makroalga atau ganggang merupakan organisme laut eukariotik yang mampu berfotosintesis, berbentuk talus yang pada beberapa jenis panjangnya dapat mencapai 65 m. Dalam rantai makanan, makroalga bertindak sebagai produsen. Beberapa jenis diantaranya, memiliki mekanisme pertahanan diri terhadap herbivor (Pereira, 2021).

Alga dapat diebadakan menjadi empat kelompok besar berdasarkan pigmen yang dikandungnya, yakni ganggang hijau (Chlorophyta), ganggang merah (Rhodophyta), ganggang coklat (Ochrophyta), dan alga hijau biru (Cyanobacteria). Ganggang hijau, merah dan coklat merupakan jenis ganggang yang berukuran makroskopis atau disebut dengan makroalga (Pereira, 2021).

Ganggang hijau atau alga hijau merupakan jenis makroalga yang paling melimpah di seluruh dunia. Ganggang hijau ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan (sebagai komponen pangan, sumber vitamin, mineral, protein dan serat), obat (antibiotic, antivirus, antitumor, imunomodulator, dll) dan kosmetik (Leandro, Pereira, & Goncalves, 2020) (Biris-Dorhoi et al., 2020).

Sebagian besar alga hijau di Indonesia belum termanfaatkan dengan optimal, sehingga perannya hanya sebagai ladang *nursery ground* bagi makhluk hidup lainnya bersama dengan lamun dan sebagian lagi digunakan sebagai bahan pangan yang belum dibudidayakan. Makroalga dari kelompok ganggang hijau yang cukup terkenal di lingkungan masyarakat

peisir adalah makroalga dari Genus *Caulerpa*. *Caulerpa* dikenal sebagai salah satu jenis alga hijau yang dapat dimakan, yang berasal dari family *Caulerpaceae* (Kumar, Umamaheswari, Kavimani, & Ilavarasan, 2019). Makroalga ini, terutama *Caulerpa racemosa* lebih sering disebut sebagai anggur laut oleh masyarakat local. Masyarakat di Pulau Lombok menamakan anggur laut (*Caulerpa* sp.) sebagai raranten atau sasak (Ghazali & Nurhayati, 2018). *Caulerpa* atau anggur laut biasa dijadikan sebagai bahan pangan, dibuat rujak, urap (Ghazali & Nurhayati, 2018), atau dimakan mentah sebagai lalap.

Di Indonesia sendiri diketahui menjadi daerah persebaran dari beberapa jenis *Caulerpa*. Ekspedisi Snellius II melaporkan ada sekitar 12 jenis *Caulerpa* di perairan Indonesia (Coppejans & Prud'homme van Reine, 1992). Meskipun telah dilaporkan melalui ekspedisi Snellius II, namun setidaknya terdapat tujuh jenis makroalga dari Genus *Caulerpa* yang tercatat dari berbagai referensi terbaru yang dapat ditemukan di perairan Indonesia. *Caulerpa* yang dapat ditemukan di Indonesia antara lain *Caulerpa racemosa*, *C. racemosa* var. *macrophyta*, *C. sertularioides*, *C. taxifolia*, *C. serrulata*, *C. lentillifera*, *C. peltata* (Pulukadang, Keppel, & Gerung, 2013) dan *C. cupressoides* (Kadi, 2000).

Meskipun *Caulerpa racemosa* biasa digunakan sebagai bahan pangan oleh masyarakat pesisir, namun diketahui bahwa makroalga Genus *Caulerpa* memiliki kandungan caulerpicin yang tinggi. Kandungan tertinggi dijumpai pada *Caulerpa* yang dipanen pada musim hujan. Caulerpicin ini bersifat toksik dan dapat mengakibatkan efek neurotropik. Selain caulerpicin, *Caulerpa* juga memiliki metabolit sekunder lain seperti caulerpin yang memiliki efek sedasi dan anestesi (Kase, Calumpang, & Rupidara, 2020). Caulerpin yang juga dikandung oleh *Caulerpa cylindraceae* diketahui bekerja dengan mentarget mitokondria. Caulerpin dan derivatnya, caulerpinic acid diketahui dapat menghambat secara selektif protein kompleks dalam jalur transport elektron pada krista mitokondria (Ferramosca et al., 2016). Meskipun begitu, efek ini biasanya hanya dijumpai pada isolat tunggal, sementara *Caulerpa* juga memiliki kandungan lainnya seperti asam amino, lipid (Magdugo et al., 2020), flavonoid, saponin, fenol, tannin, flobatanin, asam amino protein dan senyawa

karbohidrat (Ragunath, Kumar, Kanivalan, & Radhakrishnan, 2020) dan beberapa senyawa lainnya (Ornano et al., 2014).

Campuran zat aktif yang terkandung di dalam *Caulerpa* yang diperoleh dari ekstraksi menggunakan berbagai pelarut, diketahui memiliki berbagai macam efek yang dapat dimanfaatkan bagi dunia kesehatan. Efek tersebut antara lain sebagai antibiotik, antivirus, antitumor, antikoagulan, imunomodulator, dll (Leandro et al., 2020)(Biris-Dorhoi et al., 2020).

Mengingat beberapa efek yang telah diketahui dapat diberikan oleh ekstrak *Caulerpa*, maka menjadi penting untuk kita mengetahui lebih lanjut mengenai potensi pengembangan riset menggunakan bahan *Caulerpa* yang dapat ditemukan di wilayah perairan Indonesia. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai kandungan senyawa dalam makroalga Genus *Caulerpa* yang dapat ditemukan di perairan Indonesia dan potensinya dalam pengembangan obat bahan alam.

## 2. Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini artikel review atau studi literature. Studi literature dilakukan dengan menggunakan mesin pencarian google, google scholar, bmj, dsb. Kata kunci pertama yang digunakan dalam pencarian adalah makroalga (*macroalgae*), ganggang hijau (*Chlorophyta*), *Caulerpa*, *caulerpin* dan *caulerpicin*, serta pencarian lebih lanjut dari artikel yang didapatkan dengan menggunakan kata kunci pertama tersebut. Artikel yang diperoleh selanjutnya ditelaah dan dipilih sesuai dengan informasi yang diperlukan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil studi literature, terdapat tujuh jenis *Caulerpa* yang dilaporkan terdapat di beberapa wilayah perairan di Indonesia. Ketujuh jenis tersebut adalah *Caulerpa racemosa*, *C. racemosa* var. *macrophyssa*, *C. sertularioides*, *C. taxifolia*, *C. serrulata*, *C. lentillifera*, *C. peltata* (Pulukadang et al., 2013) dan *C. cupressoides* (Kadi, 200s0).

### *Caulerpa racemose*

*Caulerpa racemose* dapat ditemukan di perairan dangkal hingga kedalaman 100 m di daerah tropis hangat. *Caulerpa* rasemosa merupakan jenis *Chlorophyta* senositik dengan kloroplas yang dapat bermigrasi di dalam sel melalui jaringan serat

protein. Jenis ini memiliki morfologi cabang atau rachis pendek dan tegak yang berasal dari stolon horizontal yang melekat pada sedimen atau substrat menggunakan rhizome. Cabang atau rachis tersebut muncul setiap beberapa centimeter sepanjang stolon dan tinggi rachis dapat mencapai 30 cm. Pada perairan yang keruh, rachis tegak tumbuh tinggi, sementara pada perairan dengan arus yang cukup kuat, rachis tegak lebih pendek. Di setiap cabang tegaknya (rachis) terdapat ramuli atau cabang kecil berbentuk oval sampai bulat (Kumar et al., 2019).

Jenis *Caulerpa racemose* merupakan jenis *Caulerpa* yang umum ditemui di berbagai perairan di Indonesia. Jenis *Caulerpa* inilah yang diberi nama local sebagai anggur laut dan banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir sebagai sayur atau lalap. *Caulerpa* diketahui memiliki kandungan nutrisi yang baik untuk menjadikannya sebagai bahan pangan fungsional (Ridhowati & Asnani, 2016)(Fithriani, 2015). *Caulerpa racemosa* mengandung asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam lemak jenuhnya, dengan kandungan asam lemak tertingginya adalah asam oleat. Kandungan lipid dalam *Caulerpa racemose* juga memiliki indeks aterogenik dan trombogenik yang rendah. Kandungan asam aminonya relative lebih seimbang antara asam amino esensial dan non esensial (Magdugo et al., 2020).

Berbagai kandungan senyawa aktif dan juga aktivitas antioksidan yang tinggi ditemukan dari ekstraksi *Caulerpa racemose* dengan berbagai pelarut. *Caulerpa racemose* diketahui mengandung flavonoid, saponin, fenol, tannin, flobatanin, asam amino protein dan senyawa karbohidrat (Ragunath et al., 2020) serta terpenid dan alkaloid (Rusli, Metusalach, Tahir, Salengke, & Syamsuar, 2016). Kandungan tersebut dapat diperoleh melalui ekstraksi *Caulerpa*. Menurut penelitian Rusli et al., penggunaan methanol sebagai pelarut untuk ekstraksi *Caulerpa racemose* menghasilkan nilai total fenol yang lebih tinggi diandingkan dengan pelarut aseton dan etanol (Rusli et al., 2016). Penelitian lainnya menunjukkan bahwa ekstrak kloroform *Caulerpa racemose* memiliki nilai total fenol yang lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut methanol dan air, sedangkan nilai total flavonoid tertinggi didapatkan melalui ekstraksi menggunakan pelarut methanol

Penggunaan ekstrak *Caulerpa racemose* dengan berbagai macam pelarut untuk berbagai pengujian telah membuktikan manfaat yang besar bagi kesehatan. Ekstrak air *Caulerpa racemose* memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak kloroform dan methanol berdasarkan pengujian menggunakan uji DPPH (Yap et al., 2019). Ekstrak kloroform *Caulerpa racemose* juga diketahui memiliki aktivitas antibakteri yang tinggi melawan Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus (MRSA), peningkatan aktivitas antibakteri ini meningkat seiring dengan peningkatan dosis dan mulai efektif pada dosis 25 µg/mL (pengujian dilakukan dengan dosis maksimal 250 µg/mL) (Yap et al., 2019). Pemanasan ekstrak kloroform *Caulerpa racemosa* tersebut ternyata tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap aktivitas antibakteri melawan MRSA, sehingga dapat dikatakan bahwa kandungan senyawa dalam ekstrak yang bertindak sebagai antibakteri melawan MRSA tersebut bukan suatu protein atau enzim (Yap et al., 2019). Penelitian lainnya menunjukkan bahwa ekstrak methanol *Caulerpa racemose* juga memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* dan *Bacillus subtilis* (Nagaraj & Osborne, 2014). Ekstrak methanol *Caulerpa racemose* juga menunjukkan aktivitas larvasidal melawan larva *Culex tritaeniorhynchus* di laboratorium (Nagaraj & Osborne, 2014). Penelitian lainnya menunjukkan ekstrak air panas dari *Caulerpa racemosa* memiliki aktivitas antiherpes secara in vitro tanpa sitotoksitas (Magdugo et al., 2020). Meskipun telah diketahui manfaatnya, namun masih kurang diketahui senyawa apa yang terkandung di dalam *Caulerpa racemose* yang sebenarnya memberikan efek pada pengujian-pengujian tersebut.

Beberapa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Caulerpa racemose* antara lain derivat indol seperti caulerpin, asam caulerpic, racemosin dan 5,11-Dihydroindolo[3,2-b]carbazole; derivat indan seperti *Caulerpal A* dan *Caulerpal B*; derivat sesquiterpenoid seperti occidol; derivat diphenile pentadiene; terpenoid dan asam lemak (Ornano et al., 2014). Analisis kandungan senyawa *Caulerpa racemose* menggunakan GC-MS menunjukkan ada 23 senyawa, 6 diantaranya merupakan asam lemak

(Ragunath et al., 2020). Beberapa senyawa tersebut diketahui memiliki aktivitas biologi seperti antibakteri, antipiretik, antifungal, antioksidan, anticancer, antiinflamasi, dan hepatoprotektif. Beberapa lainnya belum diketahui aktivitas biologinya (Ragunath et al., 2020). Penelitian lain yang juga menggunakan GC-MS untuk mengetahui kandungan senyawa dalam *Caulerpa racemose*, menunjukkan bahwa terdapat 19 senyawa kimia yang berasal *Caulerpa racemose* yang diekstraksi menggunakan pelarut kloroform (Ragunath et al., 2020). Tiga diantaranya, merupakan senyawa yang sama dengan yang ditemukan oleh Ragunath et.al, yakni 6-Hydroxy-4, 4,7-trimethyl-5, 6, 7,7-tetrahydro-1- benzofuran-2(4H)-one, n-Hexadecanoic acid dan 9,12-Octadecadienoic acid. Perbedaan kandungan senyawa yang ditemukan ini dapat diakibatkan oleh adanya perbedaan jenis pelarut yang digunakan dan mekanisme penanganan sampel. Penelitian Sihono et.al (Sihono, Tarman, Madduppa, & Januar, 2018) mengemukakan bahwa penanganan sampel selama transportasi sampel juga akan mempengaruhi yield dari crude ekstrak.

*Caulerpa racemose* juga diketahui mengandung metabolit sekunder caulerpin dan caulerpicin namun dengan konsentrasi yang rendah jika dibandingkan dengan jenis *Caulerpa* yang lain (Kase et al., 2020).

### ***Caulerpa lentillifera***

*Caulerpa lentillifera* sering juga disebut sebagai "green caviar". Talusnya berwarna hijau dengan rhizome dan stolon yang silindris. Rachis juga berbentuk silindris dengan panjang 2,5 – 7 cm dengan ramuli yang tersusun secara radial dan rapat. Ramuli *Caulerpa lentillifera* memiliki panjang 2-4 mm dengan tangkai pendek dan kepala globular berdiameter kurang lebih 1,5 mm. terdapat batas yang jelas antara basal kepala globular dengan ujung distal tangkai ramuli (Kumar et al., 2019).

*Caulerpa lentillifera* merupakan jenis *Caulerpa* yang kelimpahannya sangat tinggi di Perairan Timur Indonesia, seperti di Perairan Maluku. Masyarakat Maluku biasa memanfaatkannya untuk dikonsumsi sebagai sayuran segar (Tapotubun, 2018).

*Caulerpa lentillifera* diketahui memiliki kandungan serat yang tinggi dengan kadar lemak yang rendah (Tapotubun, 2018). Selain itu, *Caulerpa lentillifera* diketahui mengandung metabolit sekunder caulerpin

dan caulerpicin yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Caulerpa racemose* (Kase et al., 2020).

### ***Caulerpa serrulata***

Talus *Caulerpa serrulata* memiliki stolon silindris yang panjang *Caulerpa serrulata* memiliki ramuli yang pipih dengan tepi yang berserratus atau bergerigi. Berdasarkan morfologi itulah namanya diambil. Rachisnya dapat bercabang ataupun tidak. Secara keseluruhan, talus berwarna hijau tua dengan bagian distal berwarna agak kekuningan (Pulukadang et al., 2013).

*Caulerpa serrulata* mengandung total karbohidrat yang sedikit lebih rendah dari *Caulerpa sertularioides*, namun kandungan total protein, total lipid dan total fenolnya lebih tinggi dibandingkan dengan *Caulerpa racemose*, *C. sertularioides* dan *C. scalpelliformis* (Nandakumaran et al., 2019). Selain itu, pada *Caulerpa serrulata* juga ditemukan metabolit sekunder lain selain caulerpin, yakni caulersin (Su, Zhu, Zeng, & Xu, 1997).

Ekstrak methanol *Caulerpa serrulata* diketahui memiliki aktivitas antioksidan dengan IC<sub>50</sub> 136,89 ppm melalui metode pengujian menggunakan DPPH. Aktivitas antioksidan tersebut diduga terkait dengan kandungan pigmen-pigmen fotosintetik yang juga dapat bertindak sebagai antioksidan, yang terkandung di dalam *Caulerpa serrulata* (Pramesti, 2013).

Selain memiliki aktivitas antioksidan, *Caulerpa serrulata* juga memiliki aktivitas antibakteri dan antifungi. Dosis rendah nanopartikel perak yang dibuat menggunakan ekstrak air *Caulerpa serrulata* diketahui memiliki aktivitas antibakteri melawan *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella* sp., *Salmonella typhi*, and *Escherichia coli* (Aboelfetoh, El-shenody, & Ghobara, 2017). Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa ekstrak methanol *Caulerpa serrulata* memiliki aktivitas antibakteri melawan *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Bacillus subtilis* yang diuji dengan menghitung zona inhibisi menggunakan metode cakram (Sasikala & Geetha Ramani, 2018). Selain itu, ekstrak metano *Caulerpa serrulata* juga memiliki aktivitas antifungi melawan *Candida*

*albicans* dan *Trichophyton rubrum* (Sasikala & Geetha Ramani, 2018).

### ***Caulerpa sertularioides***

*Caulerpa sertularioides* memiliki stolon yang panjang, horizontal dan percabangan tegak dan pipih seperti bulu unggas. Cabang-cabang tegak berwarna gelap hingga hijau zaitun dan muncul dari cabang stolon yang cukup tebal. Panjang cabang tegak dapat mencapai 20 cm (Kumar et al., 2019).

*Caulerpa sertularioides* memiliki banyak kegunaan terapeutic pada pengobatan tradisional di Malaysia (Darah, Tong, Nor-Arifah, Nurul-Aili, & Lim, 2014), namun di Indonesia, penggunaannya bagi pengobatan masih belum dilaporkan. Penelitian menggunakan ekstrak methanol, dietil eter, etil asetat dan butanolic menunjukkan bahwa *Caulerpa sertularioides* memiliki potensi antimikroba melawan beberapa jenis bakteri gram positif dan gram negative yang diujikan (Darah et al., 2014). Selain itu, *Caulerpa sertularioides* juga diketahui mengandung senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan (Wikanta, Tamat, & Maryati, 2006).

### ***Caulerpa taxifolia***

*Caulerpa taxifolia* dikenal sebagai "killer algae" karena mengandung caulerpenyne yang merupakan endotoksin untuk pertahanan diri dari epifit dan herbivor. Caulerpenyne diketahui bertindak sebagai neurotoksin dengan menurunkan voltase membran pada hiperpolarisasi ikutan potensial aksi. Efek yang ditimbulkan bersifat reversible parsial dan bergantung pada dosis (Mozzachiodi, Scuri, Roberto, & Brunelli, 2001). *Caulerpa taxifolia* memiliki warna hijau cerah dan dapat tumbuh mencapai 2,8 m. frond tegak pipih seperti daun dengan diameter 6-8 mm berasal dari stolon yang merayap dengan panjang stolon 3-15 cm. ramuli tersusun saling berhadapan di antara rachis (Kumar et al., 2019).

Dalam bidang kesehatan, *Caulerpa taxifolia* dapat dimanfaatkan untuk pengembangan obat antibiotic. Hal ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Sasikala dan Ramani (Sasikala & Geetha Ramani, 2018), yang menunjukkan bahwa ekstrak methanol *Caulerpa taxifolia* memiliki aktivitas antibakteri melawan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus subtilis*, namun tidak memiliki aktivitas antifungi (Sasikala & Geetha Ramani, 2018).

### ***Caulerpa cupressoides***

*Caulerpa cupressoides* lebih umum dikenal dengan alga pohon kaktus. Alga ini dapat hidup hingga kedalaman 70,3 m di perairan tropis. *Caulerpa cupressoides* memiliki talus berwarna hijau keabuan sampai hijau tua yang menyebar dengan cabang stolon yang tebal dan panjangnya dapat mencapai 25 cm. Bagian tengah batang cabang stolon silindris hingga pipih dan lebar dengan anak cabang yang pendek pipih dan runcing. Ujung cabang stolon dapat bercabang dengan bentuk huruf Y (Kumar et al., 2019).

Berdasarkan penelitian Costa et al (Costa et al., 2012), empat polisakarida sulfat yang diekstrak dari *Caulerpa cupressoides* var. *flabellate* diketahui memiliki aktivitas antioksidan dan antikoagulan yang bekerja pada jalur intrinsic dan ekstrinsik. Varian lainnya dari jenis ini, yakni *Caulerpa cupressoides* var. *lycopodium* mengandung tiga polisakarida sulfat yang memiliki aktivitas antikoagulan dan analgesic melalui mekanisme perifer (Rodrigues, Gurgel Ariévilho et al., 2013).

Kandungan lainnya, yakni lektin, diketahui memiliki aktivitas anti-nosiseptif dan anti-inflamasi pada percobaan in vivo menggunakan model tikus artritis (Rivanor et al., 2014).

### ***Caulerpa peltata***

*Caulerpa peltata* memiliki bentuk cabang seperti payung kecil berdaging dengan diameter 1-3 mm. Stolon bercabang dua memiliki rhizoid dan cabang tegak dengan tinggi 5-50 mm dengan satu atau beberapa cabang seperti daun berbentuk perisai (*peltata*) dengan tangkai 1-2 mm. Talus *Caulerpa peltata* berwarna hijau terang kekuningan sampai hijau kebiruan. Kelimpahan *Caulerpa peltata* pada suatu perairan bergantung pada musim (Kumar et al., 2019).

*Caulerpa peltata* diketahui juga mengandung caulerpin. Ekstrak methanol dan hexan dari *Caulerpa peltata* memiliki aktivitas antioksidan yang lebih baik dibandingkan dengan ekstraksi menggunakan methanol, namun aktivitas ini masih lebih rendah jika dibandingkan dengan kelompok control menggunakan quercetin (Movahhedini, Barar, Azad, Barzegaria, & Hosseini, 2014).

Melalui berbagai kandungan yang dimiliki oleh berbagai jenis *Caulerpa* yang dapat ditemukan di perairan di Indonesia, *Caulerpa* ini dapat dimanfaatkan untuk kesehatan dan untuk pengembangan obat bahan alam. Namun mengingat sejauh ini *Caulerpa* belum banyak dibudidayakan, maka ada beberapa tantangan untuk mendapatkan *Caulerpa* dalam jumlah yang mencukupi untuk digunakan dalam industri obat. Permasalahan lainnya yang perlu diperhatikan adalah identifikasi jenis *Caulerpa*, pemanenan dan standarisasi produk (Fithriani, 2015).

### **4. Simpulan**

Sebagian besar penggunaan makroalga *Caulerpa* dalam pengobatan, berasal dari aktivitas antioksidan yang dimilikinya. Sebagian lainnya, memiliki aktivitas antibakteri yang telah diujikan pada beberapa jenis bakteri. Masih sedikit informasi yang terkait dengan efek-efek lainnya pada kesehatan. Begitupula dengan pengembangannya, sebagian besar masih berada dalam tahap pengujian menggunakan ekstrak dengan berbagai pelarut. Masih sedikit yang memformulasikannya dan menguji formulasinya.

### **5. Daftar Pustaka**

- Aboelfetoh, E. F., El-shenody, R. A., & Ghobara, M. M. (2017). Eco-friendly synthesis of silver nanoparticles using green algae (*Caulerpa serrulata*): reaction optimization, catalytic and antibacterial activities. *Environ Monit Assess*, 189(349). <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6033-0>
- Biris-Dorhoi, E.-S., Michiu, D., Pop, C. R., Rotar, A. M., Tofana, M., Pop, O. L., ... Farcas, A. C. (2020). Macroalgae — A Sustainable Source of Chemical Compounds with Biological Activities. *Nutrients*, 12, 1–23. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3390/nu12103085>
- Coppejans, E., & Prud'homme van Reine, W. . (1992). Seaweeds of the Snellius-II Expedition (E. Indonesia): the genus *Caulerpa* (Chlorophyta-Caulerpales). *Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer - Meded. Zitt. K. Acad. Kolon. Wet.*, 37, 667–712. Retrieved from <http://www.vliz.be/en/search-institutes?module=ref&refid=2716>
- Costa, M. S. S. P., Costa, L. S., Cordeiro, S. L., Almeida-

- Lima, J., Dantas-Santos, N., Magalhaes, K. D., ... Rocha, H. A. O. (2012). Evaluating the possible anticoagulant and antioxidant effects of sulfated polysaccharides from the tropical green alga *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata*. *J Appl Phycol*, 24, 1159–1167. <https://doi.org/10.1007/s10811-011-9745-5>
- Darah, I., Tong, W. Y., Nor-Arifah, S., Nurul-Aili, Z., & Lim, S. H. (2014). Antimicrobial effects of *Caulerpa sertularioides* extract on foodborne diarrhea-caused bacteria. *European Review for Medical Pharmacological Sciences*, 18, 171–178.
- Ferramosca, A., Conte, A., Guerra, F., Feline, S., Grazia, M., Mollo, E., ... Terlizzi, A. (2016). Biochemical and Biophysical Research Communications Metabolites from invasive pests inhibit mitochondrial complex II : A potential strategy for the treatment of human ovarian carcinoma? *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 473(4), 1133–1138. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.04.028>
- Fithriani, D. (2015). OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR DEVELOPING CAULERPA RACEMOSA AS FUNCTIONAL FOODS. In *The 1st International Symposium On Aquatic Product Processing 2013* (Vol. 1, pp. 85–96). KnowledgeE. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18502/kl.v1i0.90>
- Ghazali, M., & Nurhayati. (2018). PELUANG DAN TANTANGAN PENGEMBANGAN MAKROALGA NON BUDIDAYA SEBAGAI BAHAN PANGAN DI PULAU LOMBOK. *AGROTEK*, 5(2), 135–140. Retrieved from <https://journal.ummat.ac.id/index.php/agrotek/article/view/705>
- Kadi, A. (2000). Makro Algae di Paparan Terumbu Karang Perairan Teluk Lampung. In *Pesisir dan Pantai Indonesia V* (pp. 27–37). Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, LIPI Jakarta.
- Kase, A. G. O., Calumpong, H., & Rupidara, A. (2020). Secondary metabolites of some varieties of *Caulerpa* species Secondary metabolites of some varieties of *Caulerpa* species. In *IOP Conf. Series: Material Science and Engineering* 823 (pp. 1–9). IOP. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/823/1/012041>
- Kumar, J. G. S., Umamaheswari, S., Kavimani, S., & Ilavarasan, R. (2019). PHARMACOLOGICAL POTENTIAL OF GREEN ALGAE CAULERPA: A REVIEW. *IJPSR*, 10(3), 1014–1024. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10\(3\).1014-24](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10(3).1014-24)
- Leandro, A., Pereira, L., & Goncalves, A. M. M. (2020). Diverse Applications of Marine Macroalgae. *Mar. Drugs*, 18(17), 1–15. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3390/md18010017>
- Magdugo, R. P., Terme, N., Lang, M., Pliego-cortes, H., Marty, C., Hurtado, A. Q., ... Bourgougnon, N. (2020). An Analysis of the Nutritional and Health Values of *Caulerpa racemosa* (Forsskål) and *Ulva fasciata* (Delile)—Two Chlorophyta Collected from the Philippines. *Molecules*, 25(2901), 1–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules25122901>
- Movahhedini, N., Barar, J., Azad, F. F., Barzegaria, A., & Hosseini, N. (2014). Phytochemistry and Biologic Activities of *Caulerpa peltata* Native to Oman Sea. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 13(April 2013), 515–521.
- Mozzachiodi, R., Scuri, R., Roberto, M., & Brunelli, M. (2001). CAULERPENYNE, A TOXIN FROM THE SEAWEED CAULERPA TAXIFOLIA, DEPRESSES AFTERHYPERPOLARIZATION IN INVERTEBRATE NEURONS. *Neuroscience*, 107(3), 519–526. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/s0306-4522\(01\)00365-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/s0306-4522(01)00365-7)
- Nagaraj, S. R., & Osborne, J. W. (2014). Bioactive compounds from *Caulerpa racemosa* as a potent larvicidal and antibacterial agent. *Front. Biol.*, 9(4), 300–305. <https://doi.org/10.1007/s11515-014-1312-4>
- Nandakumaran, T., Anbalagan, N., Nivetha, S., Arunadevi, S., Revathi, P., & Subramanian, G. (2019). STUDIES ON PHYTOCHEMICALS OF MARINE ALGAL SPECIES OF A GENUS CAULERPA FROM GULF OF MANNAR, COASTAL REGIONS, INDIA. *World Journal of Harmaceutical Research*, 8(10), 1731–1741. <https://doi.org/10.20959/wjpr201910-15793>
- Ornano, L., Donno, Y., Sanna, C., Ballero, M., Serafini, M., & Bianco, A. (2014). Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters Phytochemical study of *Caulerpa racemosa* (Forsk.) J. Agarth, an invading alga in the habitat of La Maddalena

- Archipelago. *Natural Product Research*, 28(September), 1795–1799. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.945928>
- Pereira, L. (2021). Macroalgae. *Encyclopedia*, 1, 177–188. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/encyclopedia1010017>
- Pramesti, R. (2013). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut *Caulerpa serrulata* Dengan Metode DPPH ( 1 , 1 difenil 2 pikrilhidrazil ). *Buletin Oseanografi Marina*, 2(2), 7–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/buloma.v2i2.6931>
- Pulukadang, I., Keppel, R. C., & Gerung, G. S. (2013). A study on bioecology of macroalgae , genus *Caulerpa* in northern Minahasa Waters , North Sulawesi Province. *Aquatic Science & Management*, 1(1), 26–31. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jasm/article/view/1965>
- Ragunath, C., Kumar, Y. A. S., Kanivalan, I., & Radhakrishnan, S. (2020). Phytochemical Screening and GC - MS Analysis of Bioactive Constituents in the Methanolic Extract of *Caulerpa racemosa* (Forssk.) J. Agardh and Padina boergeresii Allender & Kraft. *Current Applied Science and Technology*, 20(3), 380–393. <https://doi.org/10.14456/cast.2020.24>
- Ridhowati, S., & Asnani. (2016). POTENSI ANGGUR LAUT KELOMPOK *Caulerpa racemosa* SEBAGAI KANDIDAT SUMBER PANGAN FUNGSIONAL INDONESIA. *Oseana*, XLI(4), 50–62.
- Rivanor, R. L. da C., Chaves, H. V., Val, D. R. do, Freitas, A. R. de, Lemos, J. C., Rodrigues, J. A. G., ... Benevides, N. M. B. (2014). A lectin from the green seaweed *Caulerpa cupressoides* reduces mechanical hyper-nociception and in fl ammation in the rat temporomandibular joint during zymosan-induced arthritis. *International Immunopharmacology*, 21(1), 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2014.04.009>
- Rodrigues, Gurgel Ariévil, J., Vanderlei, E. D. S. O., Quinderé, A. L. G., Monteiro, V. S., Vasconcelos, S. M. M. De, & Benevides, N. M. B. (2013). Acta Scientiarum Antinociceptive activity and acute toxicological study of a novel sulfated polysaccharide from *Caulerpa cupressoides* var . lycopodium ( Chlorophyta ) in Swiss mice. *Acta Scientiarum Technology Maringa*, 35(3), 417–425. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v35i3.15365>
- Rusli, A., Metusalach, Tahir, M. M., Salengke, & Syamsuar. (2016). Jurnal Teknologi *Caulerpa racemosa* , Sargassum sp . AND Gracillaria verrucosa USING DIFFERENT SOLVENTS. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 78, 15–19. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.8146>
- Sasikala, C., & Geetha Ramani, D. (2018). Comparative study on antimicrobial activity of seaweeds. *Asian J Pharm Clin Res*, 10(384–386), 10–13. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i12.21002>
- Sihono, Tarman, K., Madduppa, H., & Januar, H. I. (2018). Metabolite Profiles and Antioxidant Activity of *Caulerpa racemosa* with Different Handlings. *Squalen Bull. of Mar. and Fish. Postharvest and Biotech.*, 13(3), 93–100. Retrieved from <https://www.bbp4b.litbang.kkp.go.id/squalen-bulletin/index.php/squalen/article/view/355/pdf>
- Su, J., Zhu, Y., Zeng, L., & Xu, X. (1997). A New Bisindole from Alga *Caulerpa serrulata*. *J. Nat. Prod.*, 3864(97), 1043–1044.
- 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>
- Wikanta, T., Tamat, S. R., & Maryati, M. S. (2006). Identifikasi, Uji Antioksidan, dan Uji Toksisitas Senyawa Bioaktif dalam *Caulerpa sertularioides* (Vahl.) C. Agard. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 4(1), 25–32. Retrieved from <http://jifi.farmasi.univpancasila.ac.id/index.php/jifi/article/view/601>
- Yap, W.-F., Tay, V., Tan, S.-H., Yow, Y.-Y., & Chew, J. (2019). Decoding Antioxidant and Antibacterial Potentials of Malaysian Green Seaweeds : *Caulerpa racemosa* and *Caulerpa lentillifera*. *Antibiotics*, 8. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/antibiotics8030152>

- Aboelfetoh, E. F., El-shenody, R. A., & Ghobara, M. M. (2017). Eco-friendly synthesis of silver nanoparticles using green algae (*Caulerpa serrulata*): reaction optimization, catalytic and antibacterial activities. *Environ Monit Assess*, 189(349). <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6033-0>
- Biris-Dorhoi, E.-S., Michiu, D., Pop, C. R., Rotar, A. M., Tofana, M., Pop, O. L., ... Farcas, A. C. (2020). Macroalgae — A Sustainable Source of Chemical Compounds with Biological Activities. *Nutrients*, 12, 1–23. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3390/nu12103085>
- Coppejans, E., & Prud'homme van Reine, W. . (1992). Seaweeds of the Snellius-II Expedition (E. Indonesia): the genus *Caulerpa* (Chlorophyta-*Caulerpales*). *Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer - Meded. Zitt. K. Acad. Kolon. Wet.*, 37, 667–712. Retrieved from <http://www.vliz.be/en/search-institutes?module=ref&refid=2716>
- Costa, M. S. S. P., Costa, L. S., Cordeiro, S. L., Almeida-Lima, J., Dantas-Santos, N., Magalhaes, K. D., ... Rocha, H. A. O. (2012). Evaluating the possible anticoagulant and antioxidant effects of sulfated polysaccharides from the tropical green alga *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata*. *J Appl Phycol*, 24, 1159–1167. <https://doi.org/10.1007/s10811-011-9745-5>
- Darah, I., Tong, W. Y., Nor-Arifah, S., Nurul-Aili, Z., & Lim, S. H. (2014). Antimicrobial effects of *Caulerpa sertularioides* extract on foodborne diarrhea-caused bacteria. *European Review for Medical Pharmacological Sciences*, 18, 171–178.
- Ferramosca, A., Conte, A., Guerra, F., Felling, S., Grazia, M., Mollo, E., ... Terlizzi, A. (2016). Biochemical and Biophysical Research Communications Metabolites from invasive pests inhibit mitochondrial complex II: A potential strategy for the treatment of human ovarian carcinoma? *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 473(4), 1133–1138. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.04.028>
- Fithriani, D. (2015). OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR DEVELOPING CAULERPA RACEMOSA AS FUNCTIONAL FOODS. In *The 1st International Symposium On Aquatic Product Processing 2013* (Vol. 1, pp. 85–96). KnowledgeE. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18502/cls.v1i0.90>
- Ghazali, M., & Nurhayati. (2018). PELUANG DAN TANTANGAN PENGEMBANGAN MAKROALGA NON BUDIDAYA SEBAGAI BAHAN PANGAN DI PULAU LOMBOK. *AGROTEK*, 5(2), 135–140. Retrieved from <https://journal.ummat.ac.id/index.php/agrotek/article/view/705>
- Kadi, A. (2000). Makro Algae di Paparan Terumbu Karang Perairan Teluk Lampung. In *Pesisir dan Pantai Indonesia V* (pp. 27–37). Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, LIPI Jakarta.
- Kase, A. G. O., Calumpong, H., & Rupidara, A. (2020). Secondary metabolites of some varieties of *Caulerpa* species. In *IOP Conf. Series: Material Science and Engineering* 823 (pp. 1–9). IOP. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/823/1/012041>
- Kumar, J. G. S., Umamaheswari, S., Kavimani, S., & Ilavarasan, R. (2019). PHARMACOLOGICAL POTENTIAL OF GREEN ALGAE CAULERPA: A REVIEW. *IJPSR*, 10(3), 1014–1024. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10\(3\).1014-24](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10(3).1014-24)
- Leandro, A., Pereira, L., & Goncalves, A. M. M. (2020). Diverse Applications of Marine Macroalgae. *Mar. Drugs*, 18(17), 1–15. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3390/md18010017>
- Magdugo, R. P., Terme, N., Lang, M., Pliego-cortes, H., Marty, C., Hurtado, A. Q., ... Bourgougnon, N. (2020). An Analysis of the Nutritional and Health Values of *Caulerpa racemosa* (Forsskål) and *Ulva fasciata* (Delile)—Two Chlorophyta Collected from the Philippines. *Molecules*, 25(2901), 1–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules25122901>
- Movahhedini, N., Barar, J., Azad, F. F., Barzegaria, A., & Hosseini, N. (2014). Phytochemistry and Biologic Activities of *Caulerpa Peltata* Native to Oman Sea. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 13(April 2013), 515–521.
- Mozzachiodi, R., Scuri, R., Roberto, M., & Brunelli, M.

- (2001). CAULERPENYNE , A TOXIN FROM THE SEAWEED *CAULERPA TAXIFOLIA* , DEPRESSES AFTERHYPERPOLARIZATION IN INVERTEBRATE NEURONS. *Neuroscience*, 107(3), 519–526. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/s0306-4522\(01\)00365-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/s0306-4522(01)00365-7)
- Nagaraj, S. R., & Osborne, J. W. (2014). Bioactive compounds from *Caulerpa racemosa* as a potent larvicidal and antibacterial agent. *Front.Biol.*, 9(4), 300–305. <https://doi.org/10.1007/s11515-014-1312-4>
- Nandakumaran, T., Anbalahan, N., Nivetha, S., Arunadevi, S., Revathi, P., & Subramanian, G. (2019). STUDIES ON PHYTOCHEMICALS OF MARINE ALGAL SPECIES OF A GENUS *CAULERPA* FROM GULF OF MANNAR , COASTAL REGIONS, INDIA. *World Journal of Harmaceutical Research*, 8(10), 1731–1741. <https://doi.org/10.20959/wjpr201910-15793>
- Ornano, L., Donno, Y., Sanna, C., Ballero, M., Serafini, M., & Bianco, A. (2014). Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters Phytochemical study of *Caulerpa racemosa* ( Forsk.) J. Agarth, an invading alga in the habitat of La Maddalena Archipelago. *Natural Product Research*, 28(September), 1795–1799. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.945928>
- Pereira, L. (2021). Macroalgae. *Encyclopedia*, 1, 177–188. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/encyclopedia1010017>
- Pramesti, R. (2013). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut *Caulerpa serrulata* Dengan Metode DPPH ( 1 , 1 difenil 2 pikrilhidrazil ). *Buletin Oseanografi Marina*, 2(2), 7–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/buloma.v2i2.6931>
- Pulukadang, I., Keppel, R. C., & Gerung, G. S. (2013). A study on bioecology of macroalgae , genus *Caulerpa* in northern Minahasa Waters , North Sulawesi Province. *Aquatic Science & Management*, 1(1), 26–31. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jasm/article/view/1965>
- Ragunath, C., Kumar, Y. A. S., Kanivalan, I., & Radhakrishnan, S. (2020). Phytochemical Screening and GC - MS Analysis of Bioactive Constituents in the Methanolic Extract of *Caulerpa racemosa* (Forssk.) J. Agardh and Padina boergesenii Allender & Kraft. *Current Applied Science and Technology*, 20(3), 380–393. <https://doi.org/10.14456/cast.2020.24>
- Ridhowati, S., & Asnani. (2016). POTENSI ANGGUR LAUT KELOMPOK *Caulerpa racemosa* SEBAGAI KANDIDAT SUMBER PANGAN FUNGSIONAL INDONESIA. *Oseana*, XLI(4), 50–62.
- Rivanor, R. L. da C., Chaves, H. V., Val, D. R. do, Freitas, A. R. de, Lemos, J. C., Rodrigues, J. A. G., ... Benevides, N. M. B. (2014). A lectin from the green seaweed *Caulerpa cupressoides* reduces mechanical hyper-nociception and in fl ammation in the rat temporomandibular joint during zymosan-induced arthritis. *International Immunopharmacology*, 21(1), 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2014.04.009>
- Rodrigues, Gurgel Ariévil, J., Vanderlei, E. D. S. O., Quinderé, A. L. G., Monteiro, V. S., Vasconcelos, S. M. M. De, & Benevides, N. M. B. (2013). Acta Scientiarum Antinociceptive activity and acute toxicological study of a novel sulfated polysaccharide from *Caulerpa cupressoides* var . lycopodium ( Chlorophyta ) in Swiss mice. *Acta Scientiarum Technology Maringa*, 35(3), 417–425. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v35i3.15365>
- Rusli, A., Metusalach, Tahir, M. M., Salengke, & Syamsuar. (2016). Jurnal Teknologi *Caulerpa racemosa* , Sargassum sp . AND Gracillaria verrucosa USING DIFFERENT SOLVENTS. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 78, 15–19. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.8146>
- Sasikala, C., & Geetha Ramani, D. (2018). Comparative study on antimicrobial activity of seaweeds. *Asian J Pharm Clin Res*, 10(384–386), 10–13. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i12.21002>
- Sihono, Tarman, K., Madduppa, H., & Januar, H. I. (2018). Metabolite Profiles and Antioxidant Activity of *Caulerpa racemosa* with Different Handlings. *Squalen Bull. of Mar. and Fish. Postharvest and Biotech.*, 13(3), 93–100. Retrieved from <https://www.bbp4b.litbang.kkp.go.id/squalen-bulletin/index.php/squalen/article/view/355/pdf>

- Su, J., Zhu, Y., Zeng, L., & Xu, X. (1997). A New Bisindole from Alga *Caulerpa serrulata*. *J. Nat. Prod.*, 3864(97), 1043–1044.
- 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>
- Wikanta, T., Tamat, S. R., & Maryati, M. S. (2006). Identifikasi, Uji Antioksidan, dan Uji Toksisitas Senyawa Bioaktif dalam *Caulerpa sertularioides* (Vahl.) C. Agard. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 4(1), 25–32. Retrieved from <http://jifi.farmasi.univpancasila.ac.id/index.php/jifi/article/view/601>
- Yap, W.-F., Tay, V., Tan, S.-H., Yow, Y.-Y., & Chew, J. (2019). Decoding Antioxidant and Antibacterial Potentials of Malaysian Green Seaweeds: *Caulerpa racemosa* and *Caulerpa lentillifera*. *Antibiotics*, 8. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/antibiotics8030152>