

ANALISIS FITOKONSTITUEN EKSTRAK ETANOL MAKROALGA MERAH JENIS *Euchema cottonii* YANG DIKOLEKSI DARI PETANI RUMPUT LAUT DI PULAU SERANGAN, DENPASAR-BALI

Suri Yanti¹, Anak Agung Ayu Putri Permatasari^{12*}, Ni Kadek Yunita Sari¹², Putu Angga Wiradana¹², I Made Gde Sudyadnyana Sandhika¹ dan I Wayan Rosiana¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas Kesehatan dan Sains, Universitas Dhyana Pura, Jalan Raya Padangluwih, Kabupaten Badung, Bali, Indonesia.

²Pusat Studi Nutrasetikal, Universitas Dhyana Pura, Jalan Raya Padangluwih, Kabupaten Badung, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: putripermatasari@undhirabali.ac.id

Diterima 1 Februari 2024 /Disetujui 1 Maret 2024

ABSTRAK

Makroalga merah (*Euchema cottonii*) secara tradisional telah dimanfaatkan sebagai makanan fungsional dan kesehatan, seperti menjaga imunitas tubuh dan kesehatan saluran pencernaan. Di sisi lain, makroalga merah ini banyak dimanfaatkan sebagai makanan tradisional pembuatan “rujak bulung” (makanan tradisional khas Bali). Dalam penelitian ini, ekstrak etanol makroalga merah ini dianalisis dan diidentifikasi kandungan senyawa aktifnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis senyawa aktif yang dapat diaplikasikan sebagai sumber obat yang terkandung dalam makroalga merah yang dikoleksi dari petani makroalga merah di Pulau Serangan, Denpasar-Bali. Analisis profil senyawa aktif secara kuantitatif ditentukan dengan menerapkan instrument GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 14 senyawa aktif diperoleh dari ekstrak etanol makroalga merah ini. Hexadecanoic acid, ethyl ester teridentifikasi sebesar 29.81% pada retention time (RT) 15.380. Profil senyawa dengan area peak terendah ditunjukkan oleh Cyclotrisiloxane, hexamethyl yaitu sebesar 0.82% dengan nilai RT sebesar 18.339. Senyawa Hexadecanoic acid dilaporkan memiliki potensi sebagai aktivitas anti-kanker, antimikroba patogen makanan, dan sumber antioksidan.

Kata kunci: *Eucheuma Cottonii*, GCMS, senyawa aktif, Hexadecanoic acid, makanan tradisional

ABSTRACT

Red macroalgae (Euchema cottonii) has traditionally been used as a functional and health food, such as maintaining the body's immunity and digestive tract health. On the other hand, this red macroalgae is widely used as a traditional food for making “rujak bulung” (traditional Balinese food). In this study, the ethanol extract of this red macroalgae was analyzed and its active compounds were identified. The purpose of this study was to determine the type of active compound that can be applied as a source of medicine contained in red macroalgae collected from seaweed farmers on Serangan Island, Denpasar-Bali. Quantitative active compound profile analysis was determined by applying the GC-MS instrument. The results showed that as many as 14 active compounds were obtained from the ethanol extract of this red macroalgae. Hexadecanoic acid, ethyl ester was identified at 29.81% at retention time (RT) 15,380. The profile of the compound with the lowest peak area was shown by Cyclotrisiloxane, hexamethyl which was 0.82% with an RT value of 18,339. Hexadecanoic acid compounds are reported to have potential as anti-cancer activity, antimicrobial food pathogens, and a source of antioxidants.

Keywords: *Eucheuma cottonii*, GCMS, active compounds, Hexadecanoic acid, traditional food

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara maritim dengan 70% wilayahnya terdiri dari laut yang dikenal dengan sebutan “poros maritime dunia”(Sani et al., 2022).

Beberapa komoditas perikanan laut yang dimiliki Indonesia adalah ikan tuna, kakap merah, kakap putih, udang putih pasifik(Rahardjo et al., 2022), hingga

makroalga (Darli Kyaw Zaw et al., 2020). sebagai makanan, farmatika, kosmetika, bioetanol, pakan ternak, pakan ikan, akuakultur, dan penanganan limbah air (Jönsson et al., 2020; Mokoginta et al., 2019; Peñalver et al., 2020; Permatasari et al., 2022; Sobuj et al., 2021). Data Kementerian Kelautan dan Perikanan menunjukkan bahwa 99,73% produksi makroalga merah di Indonesia adalah hasil dari budidaya. Budidaya makroalga merah di Indonesia pada umumnya masih dilakukan secara tradisional, teknologi sederhana, dan minimnya pengetahuan mengenai pemanfaatannya dalam bidang kesehatan. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam budidaya makroalga merah, meliputi: pemilihan lokasi yang sesuai dengan jenis makroalga merah yang akan dibudidayakan; pemilihan atau seleksi bibit, penyediaan bibit, dan cara pembibitan yang tepat; metode budidaya yang tepat, pemeliharaan selama musim tanam, dan metode tanam dan perlakuan pascapanen yang tepat (Prasad Behera et al., 2022).

Makroalga dengan spesies terbanyak di Indonesia berasal dari family makroalga merah Rhodophyta. Makroalga merah mengandung senyawa metabolit seperti terpenoid, polieter, asetogenin, beberapa asam amino, sikimat, derivat asam nukleat dan asetat (Akbar et al., 2022). Makroalga merah merupakan sumber pembentuk utama *halogenated compounds* seperti laurenterol, halomon, callicadol, dan senyawa lainnya (Amaranggana & Wathoni, 2017). *Halogenated compounds* memiliki banyak manfaat sebagai antibakteri, antifungi, antiinflamasi, iktiotoksik, sitotoksik, dan insektisidal (Cabrita et al., 2010). *Eucheuma cottonii* adalah salah satu jenis makroalga merah yang banyak digunakan oleh masyarakat sebagai makanan tradisional. Penelitian dari Nurjanah et al., (2021) menemukan bahwa *Eucheuma cottonii* mengandung flavonoid, fenol hidroquinon, triterpenoid. *Eucheuma cottonii* juga mengandung protein, lipid, karbohidrat, α -tokoferol, mineral, vitamin C, dan vitamin E (Heriyanto et al., 2018).

Pulau Serangan adalah wilayah pesisir di Kelurahan Serangan, Kecamatan Denpasar Selatan, Bali dan terletak berdekatan dengan Pantai Sanur dan Nusa Dua. Pulau Serangan digunakan sebagai tempat budidaya perikanan, tempat pariwisata, pelabuhan kapal, jalur transportasi kapal, pendaratan kapal, dan pemukiman. Petani makroalga merah di Pulau Serangan banyak membudidayakan makroalga merah merah berjenis *E. cottonii* sebagai bahan baku penghasil karagenan. Masyarakat Bali terutama yang mendiami wilayah pesisir seringkali memanfaatkan *E.*

cottonii sebagai makanan tradisional yang dikenal dengan “Rujak Bulung”. Namun, penelitian mengenai profil fitokimia dari *E. cottonii* masih belum dilaporkan, terutama yang berasal dari lingkungan budidaya seperti yang dilakukan di Pulau Serangan, Bali. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa aktif pada ekstrak etanol *Eucheuma cottonii* menggunakan instrument GC-MS.

MATERIAL DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2023. Lokasi sampling rumput laut dilakukan di Pulau Serangan, Kota Denpasar tepatnya pada petani rumput laut yang menjual rumput laut segar. Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksploratif laboratorik dan data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Singkatnya, ekstraksi dan maserasi makroalga merah merah dilakukan di Laboratorium Sains dan Kesehatan, Universitas Dhyana Pura, Bali. Pemekatan dan pengukuran rendemen ekstrak makroalga merah merah dilakukan di Laboratorium Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana (UNUD). Serta analisa profil fitokimia yang memiliki komponen volatile (mudah menguap) dilakukan dengan menggunakan instrumen GC-MS (Shimadzu, Japan) dilakukan di Laboratorium Forensik, Polda Bali. Studi ini termasuk penelitian eksploratif dengan menggunakan ekstrak etanol bubuk makroalga merah jenis *E. cottonii* yang dibudidayakan di Pulau Serangan, Bali.

PROSEDUR EKSTRAKSI

Eucheuma cottonii sebanyak 1 kg dibeli dari petani makroalga merah di Pulau Serangan, Denpasar-Bali. Sampel kemudian dicuci ulang menggunakan air tawar mengalir untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang masih tersisa dan dikering anginkan selama 3 hari. Sampel makroalga merah yang telah kering kemudian dipotong berukuran kecil menggunakan gunting dan hasil potongan dihaluskan dengan menggunakan grinder sampai terbentuk sampel berupa serbuk/bubuk. Selanjutnya, sebanyak 100 g serbuk sampel diambil dan dicampur dengan 1 liter etanol 96% (pro-analisis) untuk dimaserasi selama 3 hari dalam sebuah wadah jar kaca steril dan ditutup menggunakan kain kasa. Maserat kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring sebanyak 3 kali hingga memperoleh filtrate. Filtrat yang diperoleh kemudian dievaporasi pada suhu 40°C untuk mendapatkan ekstrak kental pekat (Sari et al., 2021). Ekstrak kemudian dihitung

persentase rendemennya dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{Rendemen} = \frac{\text{Bobot ekstrak yang diperoleh (gram)}}{\text{Bobot simplisia sebelum diekstrak (gam)}} \times 100\%$$

ANALISIS GC-MS

Komponen aktif dari ekstrak etanol makroalga merah, *E. cottonii* dianalisis menggunakan instrument GC-MS (GC-MS QP-2010 Ultra Shimadzu yang telah dilengkapi dengan perangkat lunak analisis secara real-time). Kondisi suhu lubang injeksi GC-MS dipertahankan pada 270°C dan pengaturan suhu kolom dari 50°C hingga 220°C dan kemudian ditingkatkan sedikit demi sedikit hingga menjadi 270°C atau 10°C/menit. Gas helium UHP digunakan sebagai pembawa analit. Identifikasi konstituen fitokimia yang muncul dilakukan dengan pencocokannya dengan yang telah tersedia pada database Wiley 7. Libraries atau database NIST08.LIB (Astiti & Ramona, 2021; Watiniasih et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen ekstrak etanol *Eucheuma cottonii* yang diekstraksi dengan metode maserasi didapatkan sebesar 3% atau masih tergolong rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh waktu ekstraksi, jenis pelarut, dan metode ekstraksi yang digunakan. Efisiensi suatu proses ekstraksi akan meningkat seiring dengan bertambahnya durasi ekstraksi dalam rentang waktu tertentu. Di sisi lain, peningkatan waktu ekstraksi tidak akan mempengaruhi ekstraksi setelah kesetimbangan zat terlarut tercapai di dalam dan di luar bahan padat. Jadi, semakin besar rasio pelarut terhadap padatan, maka semakin tinggi hasil rendemen yang dihasilkan. Namun hal tersebut justru berdampak pada

proses pemekatan yang semakin lama (Zhang et al., 2018). Metode yang digunakan dalam penelitian ini tergolong konvensional yaitu menggunakan metode maserasi dengan pelarut organik berupa etanol dan volume pelarut yang besar dan waktu ekstraksi yang relatif lama.

Hasil analisis profil fitokonstituen dengan menggunakan instrumen GC-MS dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa ekstrak etanol *Eucheuma cottonii* mengandung 14 profil fitokonstituen senyawa aktif. Senyawa dengan area terluas (*peak area*) adalah hexadecanoic acid, ethyl ester sebesar 29,81%. Selain ditemukan pada *E. cottonii*, senyawa hexadecanoic acid juga ditemukan pada makroalga coklat jenis *Turbinaria ornata*. Penelitian menunjukkan bahwa *Hexadecanoic acid* memiliki aktivitas antioksidan kuat dengan nilai IC50 sebesar 70,62 µg/ml. senyawa Hexadecanoic acid dalam makroalga juga dilaporkan memiliki aktivitas anti-kanker kolon dengan aktivitas apoptosis terhadap sel kanker sebesar 77.83% (Bharath et al., 2021). Studi fitokimia dan GC-MS dari ekstrak makroalga coklat yang diperuntukkan terhadap *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* menunjukkan senyawa Hexadecanoic acid penting yang dianggap mampu sebagai larvasida dari nyamuk patogen (Perumal et al., 2022). Bioaktivitas terbanyak yang di dalam ekstrak etanol *Eucheuma cottonii* adalah antibakteri dan antimikroba, sedangkan sebanyak 8 senyawa masih belum diketahui bioaktivitasnya.

Tabel 1. Hasil Analisis GC-MS Ekstrak Etanol *Eucheuma cottonii*

No.	RT (Retention Time)	Nama Senyawa	Area (%)	Bioaktivitas	Referensi
1	10.108	Heptadecane	7.34	Aktivitas antioksidan	(Net-anong et al., 2023)
2	15.128	Isopropylamine, N-acetyl-	3.54	Aktivitas antikanker	(Hussain et al., 2016)
3	15.380	Hexadecanoic acid, ethyl ester	29.81	Antibakterial, antikanker, antioksidan	(Bharath et al., 2021), (Inés Molina et al., 2022), (Dobhal et al., 2022)
4	16.096	Undecanoic acid, ethyl ester	2.97	Antimikroba	(Salini et al., 2019)
5	17.004	Ethyl oleate	13.69	Anti-inflamasi	(Charan Raja et al., 2021)

No.	RT (Retention Time)	Nama Senyawa	Area (%)	Bioaktivitas	Referensi
6	17.148	Octadecanoic acid, ethyl ester	4.30	Anti-inflamasi	(Karmakar et al., 2022)
7	17.634	Ethyl 13-methyl-tetradecanoate	3.75	-	-
8	17.795	4,6-dimethyl-2-propyl-1,3,5-dithiazinane	1.19	-	-
9	18.339	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	0.82	-	-
10	18.825	Tetrasiloxane, decamethyl-	1.71	-	-
11	19.278	1,4-Phthalazinedione, 2,3-dihydro-6-nitro-	7.04	-	-
12	19.765	Tris(tert-butyl)dimethylsilyloxyarsane	9.87	-	-
13	20.299	Benzo[h]quinoline, 2,4-dimethyl-	6.42	-	-
14	23.036	1,4-Bis(trimethylsilyl)benzene	7.55	-	-

SIMPULAN

Didapatkan rendemen ekstrak sebesar 3% dan berdasarkan hasil analisis data menggunakan GCMS didapatkan bahwa ekstrak etanol *Eucheuma cottonii* mengandung 14 senyawa aktif dengan hexadecanoic acid, ethyl ester memiliki area terluas sebesar 29,81%, sedangkan sebanyak 8 profil fitokonstituen belum diketahui bioaktivitasnya. Penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk mengetahui potensi ekstrak *E. cottonii* sebagai pangan fungsional melalui pengujian pada hewan coba dan klinis pada manusia, sehingga mampu mengurangi penyakit degeneratif, infeksi, dan pengembangan sumberdaya lokal di Bali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Program Studi Biologi, Fakultas Kesehatan dan Sains, Universitas Dhyana Pura. Terima kasih kepada kelompok petani makroalga merah di Pulau Serangan, Denpasar-Bali yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Pusat Laboratorium Forensik, Denpasar Bali yang telah membantu analisis GC-MS.

DAFTAR RUJUKAN

Akbar, F, Tsania H, Fakhri FR, Choirunnisa B, Nurul H, & Irfan S. (2022). Potential extract of

red algae (*Eucheuma spinosum*) on wound healing: literature review. *Makassar Dental Journal*, 11(2), 148–153. <https://doi.org/10.35856/mdj.v11i2.577>

Amaranggana, L., & Wathoni, N. (2017). Manfaat Alga Merah (Rhodophyta) Sebagai Sumber Obat dari Bahan Alam. *Farmasetika.Com (Online)*, 2(1), 16. <https://doi.org/10.24198/farmasetika.v2i1.13203>

Astiti, N. P. A., & Ramona, Y. (2021). GC-MS Analysis of Active and Applicable Compounds in Methanol Extract of Sweet Star Fruit (*Averrhoa carambola* L.) Leaves. *HAYATI Journal of Biosciences*, 28(1), 12. <https://doi.org/10.4308/hjb.28.1.12>

Bharath, B., Perinbam, K., Devanesan, S., AlSalhi, M. S., & Saravanan, M. (2021). Evaluation of the anticancer potential of Hexadecanoic acid from brown algae *Turbinaria ornata* on HT-29 colon cancer cells. *Journal of Molecular Structure*, 1235, 130229. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130229>

Cabrita, M. T., Vale, C., & Rauter, A. P. (2010). Halogenated Compounds from Marine Algae. *Marine Drugs*, 8(8), 2301–2317.

- <https://doi.org/10.3390/md8082301>
Charan Raja, M. R., Kar, A., Srinivasan, S., Chellappan, D., Debnath, J., & Kar Mahapatra, S. (2021). Oral administration of eugenol oleate cures experimental visceral leishmaniasis through cytokines abundance. *Cytokine*, *145*, 155301. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2020.155301>
- Darli K Z N., Wiradana, P.A, Naw, S.W, Nege, A.S, Alamsjah, M.A, Akbar, R.E.K, & Rosi, F. (2020). First Report on Molecular Identification of Caulerpa Green Algae from Mandangin Island Indonesia Using Partial 18SrRNA Genes. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, *9*(3), 252. <https://doi.org/10.20473/jafh.v9i3.19255>
- Dobhal, P., Agnihotri, S., Ashfaquallah, S., & Tamta, S. (2022). Effect of salicylic acid elicitor on antioxidant potential and chemical composition of in vitro raised plants of *Berberis asiatica* Roxb. ex DC. *Natural Product Research*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/14786419.2022.2141737>
- Heriyanto, H., Kustiningsih, I., & Sari, D. K. (2018). The effect of temperature and time of extraction on the quality of Semi Refined Carrageenan (SRC). *MATEC Web of Conferences*, *154*, 01034. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815401034>
- Hussain, I., Gour, N. K., & Deka, R. C. (2016). Kinetics and thermochemistry of hydrolysis mechanism of a novel anticancer agent trans-[PtCl₂(dimethylamine)(isopropylamine)]: A DFT study. *Chemical Physics Letters*, *651*, 216–220. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2016.03.041>
- Inés Molina, R. D., Campos-Silva, R., Díaz, M. A., Macedo, A. J., Blázquez, M. A., Alberto, M. R., & Arena, M. E. (2022). Inhibition of bacterial virulence factors of foodborne pathogens by paprika (*Capsicum annuum* L.) extracts. *Food Control*, *133*, 108568. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108568>
- Jönsson, M., Allahgholi, L., Sardari, R. R. R., Hreggviðsson, G. O., & Nordberg Karlsson, E. (2020). Extraction and Modification of Macroalgal Polysaccharides for Current and Next-Generation Applications. *Molecules*, *25*(4), 930. <https://doi.org/10.3390/molecules25040930>
- Karmakar, E., Das, P., Yatham, P., Kumar, D., Mukhopadhyay, S., & Roy, S. S. (2022). Seedpod extracts of *Wrightia tinctoria* shows significant anti-inflammatory effects in HepG2 and RAW-264.7 cell lines. *Natural Product Research*, 1–5. <https://doi.org/10.1080/14786419.2022.2146688>
- Mokoginta, M. K., Indriati, N., Dharmayanti, N., & Nurbani, S. Z. (2019). Extraction and characterization of sodium alginates from *Sargassum polycystum* for manufacturing of tuna (*Thunnus* sp.) meatballs. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *278*(1), 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012047>
- Net-anong, S., Prommee, N., Dechayont, B., Prajuabjinda, O., Yangthaworn, K., Chunthong-Orn, J., Phuaklee, P., Dawson, P. W. J., & Juckmeta, T. (2023). *Calamus caesius* (Rattan) wood: Chemical constituents, biological activities' relative medicinal properties from Thai medicinal scriptures, and in silico antioxidant activity. *Arabian Journal of Chemistry*, *16*(8), 104990. <https://doi.org/10.1016/j.arabj.2023.104990>
- Nurjanah, N., Ramli, R. L., Jacob, A. M., & Seulalae, A. V. (2021). Karakteristik Fisikokimia Dan Antioksidan Krim Lulur Kombinasi Bubur Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*) Dan Cokelat (*Sargassum* Sp.). *Jurnal Standardisasi*, *23*(3), 227. <https://doi.org/10.31153/js.v23i3.895>
- Peñalver, R., Lorenzo, J. M., Ros, G., Amarowicz, R., Pateiro, M., & Nieto, G. (2020). Seaweeds as a Functional Ingredient for a Healthy Diet. *Marine Drugs*, *18*(6), 301. <https://doi.org/10.3390/md18060301>
- Permatasari, A. A. A. P., Rosiana, I. W., Wiradana, P. A., Lestari, M. D., Widiastuti, N. K., Kurniawan, S. B., & Widhiantara, I. G. (2022). Extraction and characterization of sodium alginate from three brown algae collected from Sanur Coastal Waters, Bali as biopolymer agent. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *23*(3), 1655–1663. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230357>
- Perumal, P., Dhanasundaram, S., Aravinth, A., Amutha, V., & Santhanam, P. (2022). Larvicidal property of the extracts of the seaweeds; *Sargassum wightii*, *S. ilicifolium* and *Gelidiella acerosa* against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex*

- quinquefasciatus*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 43, 102436. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102436>
- Prasad Behera, D., Vadodariya, V., Veeragurunathan, V., Sigamani, S., Moovendhan, M., Srinivasan, R., Kolandhasamy, P., & Ingle, K. N. (2022). Seaweeds cultivation methods and their role in climate mitigation and environmental cleanup. *Total Environment Research Themes*, 3–4, 100016. <https://doi.org/10.1016/j.totert.2022.100016>
- Rahardjo, S., Vauza, M., Rukmono, D., & Wiradana, P. (2022). Supplementation of hairy eggplant (*Solanum ferox*) and bitter ginger (*Zingiber zerumbet*) extracts as phytobiotic agents on whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 9(1), 78. <https://doi.org/10.5455/javar.2022.i571>
- Salini, R., Santhakumari, S., Veera Ravi, A., & Karutha Pandian, S. (2019). Synergistic antibiofilm efficacy of undecanoic acid and auxins against quorum sensing mediated biofilm formation of luminescent *Vibrio harveyi*. *Aquaculture*, 498, 162–170. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.038>
- Sani, M. D., Wiradana, P. A., Maharani, A. Y., Mawli, R. E., & Mukti, A. T. (2022). The dominance and proportions of plankton in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) ponds cultivated with the intensive system in Bulukumba Regency, South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1036(1), 012057. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1036/1/012057>
- Sari, N. K. Y., Deswiniyanti, N. W., & Wiradana, P. A. (2021). Evaluation of antimicrobial activity and phytochemical screening of red Kamboja (*Plumeria rubra* L.) extracts. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 233–240. <https://doi.org/10.24252/bio.v9i2.25409>
- Sobuj, M. K. A., Islam, M. A., Islam, M. S., Islam, M. M., Mahmud, Y., & Rafiquzzaman, S. M. (2021). Effect of solvents on bioactive compounds and antioxidant activity of *Padina tetrastratica* and *Gracilaria tenuistipitata* seaweeds collected from Bangladesh. *Scientific Reports*, 11(1), 19082. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98461-3>
- Standar Nasional Indonesia. (2015). *Rumput laut kering*.
- Watiniasih, N. L., Budiarsa, I. N., Antara, I. N. G., & Wiradana, P. A. (2022). Propolis extract as a green bacterial corrosion inhibitor on three types of metals. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(9). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230954>
- Zhang, Q.-W., Lin, L.-G., & Ye, W.-C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. *Chinese Medicine*, 13(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>