

## **Komposisi proksimat, mineral dan logam berat *Sargassum polycystum* di perairan Pulau Payata, Kabupaten Pohuwato**

### ***Proximate composition, minerals, and heavy metals of Sargassum polycystum in Payata Island, Pohuwato Regency***

**Shindy Hamidah Manteu\*, Nuzul Rahmah Taniu, Wila Rumina Nento, Muh. Alsere Bardian Sahaba**

Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Kelautan dan Teknologi Perikanan, Universitas Negeri Gorontalo

\*Penulis Korespondensi: [shindymanteu@ung.ac.id](mailto:shindymanteu@ung.ac.id)

Diterima Tanggal 11 Februari 2025, Disetujui Tanggal 15 Juni 2025

DOI: <https://doi.org.10.51978/japp.v25i2.932>

#### **Abstrak**

*Sargassum polycystum* merupakan salah satu jenis rumput laut coklat yang tumbuh secara alami di perairan Pulau Payata, Kabupaten Pohuwato. Meskipun melimpah, pemanfaatannya oleh masyarakat pesisir masih sangat terbatas. Padahal, jenis rumput laut ini memiliki potensi besar sebagai sumber pangan karena mengandung berbagai komponen nutrisi penting seperti protein, karbohidrat, dan mineral. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan gizi dan keamanan konsumsi *S. polycystum* melalui analisis proksimat, kandungan mineral, dan logam berat. Sampel *S. polycystum* segar diambil langsung dari habitat alaminya, dikeringkan, dan dianalisis di laboratorium menggunakan metode standar. Hasil analisis menunjukkan bahwa *S. polycystum* kering memiliki kadar air sebesar 12,80%, abu 31,87%, lemak 0,60%, protein 10,54%, serat kasar 7,42%, dan karbohidrat 44,20%. Kandungan mineral utama yang ditemukan antara lain kalsium sebesar 0,72%, magnesium 216 mg/kg, natrium 213 mg/kg, kalium 114 mg/kg, dan besi sebesar 690 mg/kg. Beberapa unsur mineral mikro lainnya seperti kromium juga terdeteksi dalam jumlah kecil, sedangkan selenium, seng, boron, dan kobalt berada di bawah batas deteksi alat. Selain itu, hasil pengujian logam berat menunjukkan bahwa kadar timbal, kadmium, dan merkuri dalam *S. polycystum* masing-masing <0,030 mg/kg, <0,005 mg/kg, dan <0,001 mg/kg, yang berarti masih berada jauh di bawah ambang batas aman konsumsi. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Sargassum polycystum* di perairan Pulau Payata, Kabupaten Pohuwato tidak hanya memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi, tetapi juga tergolong aman untuk dikonsumsi. Potensi ini membuka peluang untuk pemanfaatannya sebagai bahan pangan alternatif atau bahan baku produk pangan fungsional yang bernilai ekonomi bagi masyarakat pesisir.

**Kata Kunci:** mineral, logam berat, proksimat, pulau payata, *sargassum polycystum*

#### **Abstract**

*Sargassum polycystum* is a type of brown seaweed that grows naturally in the waters of Payata Island, Pohuwato Regency. Although it is abundant, its use by coastal communities is still minimal. This type of seaweed has excellent potential as a food source due to its rich content of various essential nutritional components, including protein, carbohydrates, and minerals. This study was conducted to determine the nutritional content and safety of *S. polycystum* consumption through proximate analysis, mineral content, and heavy metals. Samples of fresh *S. polycystum* are taken directly from their natural habitat, dried, and analyzed in the laboratory using standard methods. The results of the analysis showed that dried *S. polycystum* had a moisture content of 12.80%, an ash content of 31.87%, a fat content of 0.60%, a protein content of 10.54%, a crude fiber content of 7.42%, and a carbohydrate content of 44.20%. The main mineral content found included calcium at 0.72%, magnesium at 216 mg/kg, sodium at 213 mg/kg, potassium at 114 mg/kg, and iron at 690 mg/kg. Some other micromineral elements, such as chromium, are also detected in small amounts, while selenium, zinc, boron, and cobalt are below the detection limits of the tool. In addition, heavy metal test results

showed that the levels of lead, cadmium, and mercury in *S. polycystum* were  $<0.030$  mg/kg,  $<0.005$  mg/kg, and  $<0.001$  mg/kg, respectively, which means they are still well below the safe threshold for consumption. Based on these results, it can be concluded that *Sargassum polycystum* in the waters of Payata Island, Pohuwato Regency, not only has a reasonably high nutritional content but is also relatively safe for consumption. This potential opens up opportunities for its use as an alternative food ingredient or raw material for functional food products, offering economic value to coastal communities.

**Keywords:** heavy metals, minerals, payata island, proximate, *sargassum polycystum*

## PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan mikroalga yang hidup di daerah pesisir pantai dan telah dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia seperti bahan pangan, obat-obatan, bahan baku kosmetik dan industri (Erniati *et al.*, 2024). Rumput laut yang memiliki potensi untuk dikembangkan dan dimanfaatkan adalah *Sargassum* sp. Genus *Sargassum* termasuk dalam kelas *Pheophyceae*, ordo *Fucales* dan mengandung makroalga cokelat. Habitat jenis rumput laut ini sebagian besar ditemukan di perairan dangkal, terutama di sekitar bebatuan dan terumbu karang (Al-Mur & Alsiary, 2025). *Sargassum* sp. memiliki metabolit sekunder yang dikandungnya memiliki sifat biologis yang menarik meliputi senyawa fenolik dan pigmen fotosintesis, yang dapat digunakan dalam kesehatan, selain itu, karakteristik khas alga cokelat klorofil-a dan  $\gamma$ -karoten, fukosantin, violaksantin, diatoksin, dan xantofil lainnya (Pangestuti *et al.*, 2024).

Genus *Sargassum* memiliki keanekaragaman yang tinggi dengan sekitar 400 spesies, salah satunya adalah *Sargassum polycystum* yang tumbuh subur dan tersebar luas di perairan Indonesia. *S. polycystum* termasuk dalam divisi *Phaeophyta*, ordo *Fucales*, dan famili *Sargassaceae*. Talus rumput laut ini berwarna kuning kecokelatan. Selain dapat dikonsumsi, *S. polycystum* juga berpotensi dimanfaatkan dalam bidang pengobatan, industri, dan sebagai sumber bioenergy (Fu *et al.*, 2025). *S. polycystum* lebih dikenal sebagai gulma perairan, pada fase tertentu dalam siklus hidupnya dapat terlepas dari substrat tempat tumbuhnya dan terbawa

arus atau ombak hingga terdampar di sepanjang garis pantai (Safitri *et al.*, 2021).

*S. polycystum* memiliki potensi besar sebagai sumber daya hayati yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan, karena mengandung zat gizi proksimat dan mineral (Winarni *et al.*, 2021), serta senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas biologis, seperti antibakteri, antikanker, antiradang, dan antioksidan. Selain itu, spesies ini berpotensi dimanfaatkan dalam industri bioteknologi dan farmasi sebagai bahan baku yang bernilai tinggi (Al-Mur & Alsiary, 2025). Masyarakat pesisir di Kabupaten Pohuwato masih kurang memanfaatkan *S. polycystum* karena keterbatasan pengetahuan mengenai potensi dan manfaat dari rumput laut cokelat tersebut. Selain itu, spesies ini masih dianggap sebagai ganggang liar yang tumbuh di laut dan sering dikira sebagai sampah pesisir. Melalui pengujian terhadap sampel *S. polycystum*, diharapkan informasi mengenai kandungan dan manfaatnya dapat disebarluaskan kepada masyarakat secara lebih luas. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui komposisi proksimat, mineral dan kadar logam berat *S. polycystum* dari perairan pulau Payata, Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan baku pada penelitian ini adalah rumput laut coklat *Sargassum polycystum*. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis yaitu tablet Kjeldahl (Merck), kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) (Merck, China),  $CuSO_4$  (Merck, Jerman),  $H_2SO_4$  pekat (Merck, Jerman),  $H_2O_2$  (Merck, Jerman),  $H_3BO_3$  4% (Merck, Jerman),

indikator Bromocresol Green-Methyl Red (Merck), NaOH 40% (Merck, Jerman), HCl 0,2 N (Merck, Jerman), kloroform (Merck, Jerman), NH<sub>4</sub>OH (Merck, Jerman). Alat yang digunakan adalah *blender* (Miyako CH-501, China), alat-alat gelas (Pyrex, Japan), tungku pengabuan atau tanur (Vulcan, US), labu destruksi (Pyrex, Japan), *hot plate* (Favorit HP0707V2, Malaysia).

### Preparasi Bahan Baku

Rumput laut *S. polycystum* diperoleh dari perairan pulau Payata Kabupaten Pohuwato. Preparasi sampel mengacu Manteu *et al.*, (2018), *S. polycystum* segar dicuci dengan air laut untuk membersihkan dari kotoran dan pasir pada sampel, dan selanjutnya dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan aroma amis. Sampel yang telah dicuci kemudian dikering anginkan selama 3 hari. Sampel yang sudah kering kemudian dihaluskan menggunakan *blender* dan disaring menggunakan ayakan 100 mesh hingga didapatkan tepung rumput laut.

### Prosedur Pengujian

#### Analisis Proksimat

Analisis proksimat pada sampel *S. polycystum* meliputi kadar air, abu, protein, lemak, serat kasar dan karbohidrat mengacu pada AOAC (2019).

#### Analisis Komposisi Mineral dan Kadar Logam

Analisis komposisi mineral terdiri atas natrium, kalium, kalsium, magnesium, besi, seng, dan selenium, serta kadar logam berat timbal, cadmium dan air raksa mengacu pada AOAC (2019). Tepung *S. polycystum* 1 gr ditambahkan pada suhu ruang selama 1 jam. Sampel selanjutnya dipanaskan pada suhu 120 C selama 4 jam. Sampel ditutup selama 12 jam, kemudian ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebanyak 0,4 mL dan dipanaskan di atas *hot plate* sampai larutan berkurang atau lebih pakat (1 jam). Sampel kemudian ditambah larutan campuran HCl dan HNO<sub>3</sub> sebanyak 2-3 tetes. Sampel tetap diletakkan di atas *hot plate* dan

pemanasan tetap dilanjutkan hingga campuran berubah warna dari coklat ke kuning tua dan berubah menjadi kuning muda, setelah ada perubahan warna, pemanasan masih dilanjutkan selama 10-15 menit. Selanjutnya sampel dipindahkan, lalu didinginkan dan ditambahkan 2 mL akuades dan 0,6 mL HCl. Hasil pengabuan basah dianalisis menggunakan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS).

### Analisis Data

Data yang diperoleh dari data uji proksimat, mineral dan logam berat sampel *S. polycystum* dianalisis secara kualitatif dan ditampilkan dalam bentuk tabel lalu dideskripsikan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Morfologi, Klasifikasi dan Habitat *S. polycystum*

Karakteristik rumput laut coklat mampu tumbuh dan beradaptasi pada kondisi ekstrim menjadi rumput laut sebagai potensial untuk diaplikasikan sebagai makanan, produk bernilai tambah, keperluan farmasi dan sebagai bahan baku energy (Abomohra *et al.*, 2016).



(a)



(b)

Gambar 1. *S. polycystum* segar (a), Tepung *S. Polycystum* (b)

Prabha *et al.*, (2012) menyatakan bahwa morfologi rumput laut sangat dipengaruhi oleh toleransi fisiologis dalam beradaptasi terhadap faktor lingkungan seperti salinitas, suhu, kedalaman, nitrat dan fosfat, pH dan gelombang sebagai faktor pembatas di perairan laut. *S. polycystum* memiliki morfologi halus kasar, lebat, tinggi 1-2 m, dengan sumbu utama silindris, agak memampat, berkulit, dengan pertulangan sederhana atau berbentuk Y, memiliki filoid bulat telur hingga lonjong, panjang 2-4 cm dan lebar 8-12 mm, dengan pangkal asimetris atau cuneate; pelepah berbeda, menghilang di bawah puncak atau percurrent; margin dengan gigi kasar. Serta habitatnya tumbuh di bebatuan, batu-batuan di

zona intertidal hingga subtidal yang lebih rendah (Titlyanov *et al.*, 2017). Terumbu karang merupakan tempat terbaik bagi rumput laut untuk tumbuh karena talus dapat menempel kuat sehingga talus tidak mudah lepas dari substratnya (Widyartini *et al.*, 2017). Sampel *S. polycystum* dapat dilihat pada Gambar 1.

### Komposisi Proksimat

Penentuan kandungan kandungan proksimat dalam suatu bahan pangan bertujuan untuk mengetahui kandungan komposisi, dimana kandungan ini sangat dipengaruhi oleh jenis rumput laut dan kondisi habitat. Komposisi proksimat *S. polycystum* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai proksimat *S. polycystum*

Parameter	Sampel/Rumput laut				
	<i>S. polycystum</i>	<i>S. polycystum</i> <sup>a</sup>	<i>S. polycystum</i> <sup>b</sup>	<i>S. polycystum</i> <sup>c</sup>	<i>S. polycystum</i> <sup>d</sup>
Air	12.80%	13.70%	-	17.69%	-
Protein	10.54%	8.65%	13.08%	3.65%	7.64%
Lemak	0.60%	3.42%	0.026%	0.50%	0.63%
Serat Kasar	7.42%	13.55%	-	6.52*	60.76%
Abu	31.87%	21.38%	0.43%	24.51%	18.53%
Karbohidrat	44.20%	36.55%	24.42%	65.66%	5.07%

Keterangan:<sup>a</sup>Nazarudin *et al.*, (2021); <sup>b</sup>Jasmadi *et al.*, (2022); <sup>c</sup>Manteu *et al.*, (2018); <sup>d</sup>Chin *et al.*, (2023)

Hasil kadar air *S. polycystum* yaitu 12,80% lebih rendah dibandingkan dengan standar mutu rumput laut kering yaitu 18% (SNI, 2018). Kadar air bahan pangan mempengaruhi mutu dan daya simpan bahan baku, semakin rendah kadar air maka daya simpan produk semakin lama. Semakin rendah kadar air dalam rumput laut maka semakin baik kualitas rumput laut (Masduqi *et al.*, 2014). Sampel *S. polycystum* memiliki kadar karbohidrat yaitu 44.20%, karbohidrat pada rumput laut coklat terdiri dari fucoidan, laminaran, selulosa dan alginat (Vijay *et al.*, 2017).

Sampel *S. polycystum* memiliki kadar abu 31,87%. Kadar abu merupakan salah satu komponen bahan pangan yang penting untuk menentukan kadar mineral. Kadar abu yang tinggi pada tepung *S. polycystum* menandakan tingginya kadar garam di dalam bahan baku

tersebut (Ramlan *et al.*, 2024). Kadar protein pada sampel ini yaitu 10.54% dan kadar lemak 0.60%. Rumput laut tergolong bahan alam yang memiliki kadar lemak yang rendah, tetapi sebagian besar kadar lemak tersebut merupakan lipid tidak jenuh ganda (Jasmadi *et al.*, 2022).

### Komposisi Mineral

Mineral merupakan komponen struktural dan unsur yang sangat penting yang menjalankan banyak fungsi penting dalam tubuh makhluk hidup, termasuk transportasi sel dan berbagai proses metabolisme yang berfungsi sebagai kofaktor metaloenzim katalitik (Misurcova *et al.*, 2011). Kandungan mineral pada rumput laut cukup tinggi yaitu berkisar antara (8-40%) dari berat kering (Murugaiyan *et al.*, 2012). Laily *et al.*, (2019)

melaporkan rumput laut mampu menyerap mineral melalui seluruh bagian tubuhnya untuk keperluan fungsi biologisnya. Kumar *et al.*, (2021) menyatakan bahwa rumput laut coklat (*Sargassum* sp., *Laminaria* sp., *Undaria* sp.) mengandung jumlah mineral yang lebih tinggi

dibandingkan dengan jenis rumput laut merah (*Porphyra* sp., *Eucheuma* sp.). Komposisi mineral *S. polycystum* yaitu Zn <0,008 mg/kg, Fe 690 mg/kg, Ca 0,72%, Mg 216 mg/kg, Na 213 mg/kg, Se <0,001 mg/kg, K 114 mg/kg (Tabel 2).

Tabel 2. Komposisi mineral *S. polycystum*

Parameter	Sampel/Rumput Laut		
	<i>S. polycystum</i>	<i>S. polycystum</i> <sup>a</sup>	<i>S. polycystum</i> <sup>b</sup>
Kalsium (Ca)	0.72%	1.66%	557.39 gr
Magnesium (Mg)	216 mg/kg	8.81%	251.51 gr
Natrium (Na)	213 mg/kg	54.32%	-
Kalium (K)	114 mg/kg	87.12%	2236 gr
Selenium (Se)	< 0.001 mg/kg	-	-
Seng (Zn)	<0.008 mg/kg	-	2.52 gr
Besi (Fe)	690 mg/kg	0.17%	79.48 gr
Boron (B)	< 0.07 mg/kg	-	-
Kobalt (Co)	< 0.025 mg/kg	-	-
Kromium (Cr)	< 0.011 mg/kg	-	-

Ket: <sup>a</sup>Ramlan *et al.*, (2024); <sup>b</sup>Chin *et al.*, (2023)

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kalium (K), magnesium (Mg), dan natrium (Na) terakumulasi sebagai mineral makro dominan dalam sampel *S. polycystum*. Kalium dan natrium berfungsi membantu kontraksi otot serta membantu transmisi impuls-impuls saraf, dan keseimbangan cairan, sedangkan magnesium berfungsi membantu fungsi otot dan saraf, termasuk menjaga detak jantung tetap teratur, kekurangan magnesium dapat menyebabkan kelelahan, kram otot, gangguan irama jantung, dan gangguan sistem sara.

*S. polycystum* selain mengandung mineral makro, juga mengandung mineral mikro yang memiliki kontribusi sangat penting bagi tubuh manusia meskipun dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit. mineral mikro *S. polycystum* didominasi oleh zat besi (Fe). Mineral besi berperan penting dalam metabolisme tubuh meliputi pembentukan sel darah merah proses sintesis hemoglobin dan aktivasi sistem imun tubuh enzim yang menghasilkan antibodi (Alifia *et al.*, 2023)

Chin *et al.*, (2023) menyatkan bahwa rumput laut coklat tampak sebagai sumber mineral makro dan mikro yang baik bagi manusia, di mana asupan nutrisi yang direkomendasikan RNI (*Recommended Nutrient Intake*) dapat dipenuhi secara praktis dengan mengonsumsi rumput laut sebagai alternatif sayuran yang biasa dikonsumsi

#### Kadar Logam Berat

Kadar logam berat sampel *S. polycystum* yaitu Pb <0.030 mg/kg, Cd <0.005 mg/kg, Hg <0.001 mg/kg, hasil ini tidak melebihi batas Standar Nasional Indonesia atau SNI (2018). Manteu *et al.*, (2018) akumulasi logam berat tergantung pada konsentrasi logam pada air atau lingkungan, suhu, keadaan spesies dan aktivitas fisiologis tempat hidup rumput laut.

Hasil pengujian terhadap sampel *S. polycystum* menunjukkan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd) berada di bawah batas deteksi alat, yang berarti tidak terdeteksi dalam sampel tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa *S. polycystum* yang diuji relatif aman dari

kontaminasi logam berat dan layak untuk dikonsumsi. Ketiadaan logam berat ini juga mencerminkan bahwa lingkungan tempat tumbuhnya rumput laut tergolong bersih dan

belum tercemar secara signifikan oleh aktivitas industri atau limbah.

Tabel 3. Kadar Logam Berat *S. polycystum*

Parameter	Sampel/Rumput Laut		
	<i>S. polycystum</i>	<i>S. polycystum</i> <sup>a</sup>	SNI <sup>b</sup>
Timbal (Pb)	<0.030 mg/kg	<0.004 mg/kg	0.3 mg/kg
Kadmium (Cd)	<0.005 mg/kg	<0.004 mg/kg	0.1 mg/kg
Merkuri (Hg)	<0.001 mg/kg	<0.002 mg/kg	0.5 mg/kg

Ket: Manteu *et al.*, (2018); SNI (2018)

Rumput laut pada umumnya dapat menyerap logam berat karena polisakarida dinding selnya mengandung gugus sulfat yang dapat menahan dan mengakumulasi logam berat. senyawa *phytochelatin* yang ditemukan dalam rumput laut berfungsi untuk mengakumulasi dan menghilangkan logam berat (Dewinta *et al.*, 2024). Hasil penelitian *Eucheuma cottonii* memiliki kemampuan sebagai biosorben, dimana *E. cottonii* memiliki rata-rata daya serap logam Cd sebesar 0.1561 mg/L (Znad *et al.*, 2022).

## KESIMPULAN

*S. polycystum* dari perairan pulau Payata memiliki komposisi proksimat yaitu kadar air 12,80%, abu 31,87%, lemak 0,60%, protein 10,54%, serat kasar 7,42% dan karbohidrat 44,20%. Komposisi mineral yaitu kalsium 0,72%, magnesium 216 mg/kg, natrium 213 mg/kg, kalium 114 mg/kg, selenium <0,001 mg/kg, seng <0,008 mg/kg, besi 690 mg/kg, boron <0,07 mg/kg, kobalt <0,025 mg/kg, kromium 0,011 mg/kg. Serta kadar logam berat yaitu timbal <0,030 mg/kg, kadmium <0,005 mg/kg, merkuri <0,001 mg/kg.

## DAFTAR PUSTAKA

Alifia, D. H., Apridamayanti, P., & Nugraha, F. (2023). Analisis kadar mineral besi (Fe) dalam kulit labu siam (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) dan labu air (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standley)

dengan metode spektrofotometri serapan atom. *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8(2), 465-474. <https://doi.org/10.37874/ms.v8i2.666>

Al-Mur, B.A., & Alsiary, W.A. (2025). Bioaktivites related to pigmentas content of *Sargassum* sp. collected from Jeddah coast, Saudi Arabia, Read Sea. *Agyptian Journal of Aquatic Research*, 51: 181-188. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2025.02.001>

Association of Official Analytical Chemist. (2019). Official methods of analysis of the association of AOAC international. AOAC International

Chin, Y.Y., Chang, K.A., Ng, W.M., Eng, Z.P., Chew, L.Y., Neo, Y.P., Yan, S.W., Wong, C.L., Kong, K.W., Ismail, A. (2023). A comparative evaluation of nutritional composition and antioxidant properties of six Malaysian edible seaweeds. *Food Chemistery Advances*, 3:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100426>

Dewinta, A. F., Susanti, A., & Susetya, I. E. (2024). The effect of seaweed (*Eucheuma cottonii*) extract and duration of soaking on reduction of Copper (Cu) level in Freshwater Mussel (*Pilsbryoconcha exilis*). *IOP Coference Series: Earth and Environmental Science*, 1302. DOI: 10.1088/1755-1315/1302/1/012063

Erniati, Syahrial, Erlangga, Imanullah, & Andika, Y. (2024). Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of

- Seaweed *Sargassum* in Simeulue Water, Aceh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(3), 186–196.  
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i3.46981>
- Fu, Y., Li, J., Fu, S., Wu, Y., Yu, W., Xie, S., & Luo, H. (2025). Dynamics and secondary pollution risk assessment of heavy metals during *Sargassum polycystum* floating and decomposing process. *Alga Research*, 90: 1-13.  
<https://doi.org/10.1016/j.algal.2025.104104>
- Jasmadi., Kusnadi, A., Kumayanjati, B., Triandiza, T., Pesiletter, R. N., Ainorwowa, A., Yamko, A. K., Pary, B. R., & Kurnianto, D. (2022). Nutrition value of *Sargassum* sp., *Ulva* sp., and *Padina* sp., from South East Mollusca Island waters. *IOP Conference Serie: Earth and Environmental Science*, 1119, 1-8.  
DOI:[10.1088/1755-1315/1119/1/012043](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1119/1/012043)
- Laily, W. N., Izzati, M., & Haryanti, S. (2019). Kandunga Mineral dan Logam Berat Pada Garam Yang Diekstrak Dari Rumput Laut *Sargassum* sp. Menggunakan Metode Dibilas dan Direndam. *Jurnal Pro-Life*, 6(3), 274–286. DOI:  
<https://doi.org/10.33541/pro-life.v6i3.1260>
- Manteu, S. H., Nurjanah., & Nurhayati, T. (2018). Karakteristik Rumput Laut Cokelat (*Sargassum polycystum* dan *Padina minor*) dari perairan Pohuwato Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(3), 396-405.  
DOI:[10.17844/jphpi.v21i3.24709](https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i3.24709)
- Masduqi, A. F., Izzati, M., & Prihastanti, E. (2014). Efek metode pengeringan terhadap kandungan bahan kimia dalam rumput laut *Sargassum polycystum*. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 22(1), 1-9.  
DOI: <https://doi.org/10.14710/baf.v22i1.7804>
- Misurcova, L., Machu, L., & Orsavova, J. (2011). Seaweed minerals as nutraceuticals. *Advances in Food and Nutrition Research*, 64, 371-390.  
DOI:[10.1016/B978-0-12-387669-0.00029-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387669-0.00029-6)
- Nazarudin, M. F., Alias, N. H., Balakrishnan, Seentusha., Hasnan, W. N. I. Z., Mazli, N. A. I. N., Ahmad, M. I., Yasin, I. M.Y., Isha, A. I., & Aliyu-Paiko, M. (2021). Chemical, Nutrient and Physicochemical Properties of Brown Seaweed, *Sargassum polycystum* C. Agardh (*Phaeophyceae*) Collected from Prot Diskson, Peninsular Malaysia. *Molecule*, 26(5216), 3-16.  
DOI:10.3390/molecules26175216
- Pakidi, C. S., & Suwoyo, H. S. (2017). Potensi dan Pemanfaatan Bahan Aktif Alga Cokelat *Sargassum* sp. *Octopus journal*. *Jurnal Octopus*, 6(1), 551–562.  
DOI:[10.101/p.algae.2023.05.013](https://doi.org/10.101/p.algae.2023.05.013)
- Pangestuti, R., Susanto, E., Siahaan, E. A., Munarwoh, H. S. H., Ningrum, A., & Purnamayati, L. (2024). Brown seaweed phenolics and photosynthetic pigments: Bioavailability, challenges, and potential applications in food industries. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 14(01):001-018. DOI:  
10.7324/JAPS.2024.121531
- Prabha, S. S., Devi, L. P., & George, T. (2012). Ecology of seaweeds along Thirumllavaran Shore Line, Kerta. *J. Recent Trends Biosc*, 2(2), 20- 25.
- Ramlan, Prangdimurti, E., Adawiyah, D. R., & Nurjanah. (2024). Karakteristik fisikokimia dan fungsional tepung *Sargassum polycystum* sebagai bahan baku pembuatan garam fungsional. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(11), 1050-1073.  
<http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v27i11.59103>
- Riwanti, P., & Izazih, F. (2019). Skringing Fitokimia Ekstrak Etanol 96% *Sargassum polycystum* dan Profile dengan Spektrofotometri Infrared. *Acta Holistica Pharmaciana*, 2(1), 34–41.

DOI: <https://doi.org/10.62857/ahp.v1i2.17>

- Safitri, I., Warsidah, W., Sofiana, M. S. J., Kushadiwijayanto, A. A., & Sumarni, T. N. (2021). Total Phenolic Content, Antioxidant and Antibacterial Activities of *Sargassum polycystum* of Ethanol Extract from Waters of Kabung Island. *Berkala Sainstek*, 9(3), 139. <https://doi.org/10.19184/bst.v9i3.27199>
- Santiyoga, I. K. W., Suhendra, L., & Wartini, N. M. (2020). Karakteristik Akstrak Alga Cokelat (*Sargassum polycystum*) sebagai Antioksidan pada Perlakuan Perbandingan Pelarut Aseton dan Etilasetat. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 8(1), 91-104.
- Titlyanov, E.A., Titlyanova, T.V., Li, X., Huang, H. (2017). Common Marine Algae of Hainan Island (Guidebook). Coral Reef Marine Plants of Hainan Island, 75-228. Academic Prees. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811963-1.00004-4>
- Widyartini, D. S., Widodo, P., & Susanto, A. B. (2017). Thalys variation of *Sargassum polycystum* from Central Java, Indonesia. *BIODIVERSITAS*, 18(3), 1004-1011.
- Winarni, S., Zainuri, M., Endrawati, H., Arifan, F., Setyawan, A., & Wangi, A. P. (2021). Analysis proximate of *Sargassum* sp. seaweed. *Journal of Physics: Conference Series*, 1943.
- Znad, H., Awual, Md., & Martini, S. (2022). The utilization of algae and seaweed biomass for bioremediation of heavy metal-contaminated wastewater. *Molecules*, 27(4), 1275. <https://doi.org/10.3390/molecules27041275>