

Komposisi Proksimat dari *Gracilia Sp*, *Sargassum Sp*, dan *Ulva Lactuca* di Pantai Sayang Heulang, Garut Selatan, Jawa Barat, Indonesia

Proximate Composition in Gracilia sp, Sargassum sp, and Ulva Lactuca at Sayang Heulang Coast, South Garut, West Java Indonesia

Handajaya Rusli*, Sri Dewi Lestari, Muhammad Iqbal, dan Rusnadi
Kelompok Keahlian Kimia Analitik, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

*E-mail: handajaya@itb.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.26874/jkk.v6i2.229>

Received: 6 Nov 2023, Revised: 2 Jan 2024, Accepted: 2 Jan 2024, Online: 5 Jan 2024

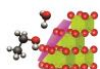
Abstrak

Karbohidrat, protein, lemak, dan mineral adalah kandungan utama rumput laut selain air. Kandungan utama ini dapat berbeda-beda dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan jenis rumput laut. *Gracilaria sp*, *Sargassum sp*, dan *Ulva lactuca* banyak tumbuh dan telah dimanfaatkan di pantai Sayang Heulang, Garut Selatan, Jawa Barat, Indonesia. Sayangnya, tidak ditemukan informasi kandungan utama rumput laut tersebut sebagai salah satu indikator kualitas rumput laut. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa proksimat terhadap ketiga rumput laut tersebut yang secara berurutan mewakili rumput laut coklat, rumput laut merah, dan rumput laut hijau. Analisa karbohidrat total dilakukan menggunakan metode Luff Schoorl dan didapatkan kadar 11,2 % (b/b); 25,3 % (b/b); dan 20,4 % (b/b) untuk berturut-turut *Gracilaria sp*, *Sargassum sp*, dan *U. lactuca*. Penentuan kadar protein total dilakukan menggunakan metode Kjeldahl-Nessler memberikan hasil 6,5 % (b/b) untuk *Gracilaria sp*, 7,8 % (b/b) untuk *Sargassum sp*, dan 8,7 % (b/b) untuk *U. lactuca*. Ekstraksi menggunakan Soxhlet digunakan untuk penentuan kandungan lemak dan didapatkan hasil 0,3 % (b/b) untuk *Gracilaria sp*, 1,6 % (b/b) untuk *Sargassum sp*, dan 1,1 % (b/b) untuk *U. lactuca*. Penelitian ini juga menunjukkan *Gracilaria sp*, *Sargassum sp*, dan *U. lactuca* mengandung berturut-turut 26,9 % (b/b); 23,6 % (b/b); dan 32,5 % (b/b) mineral. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan jenis rumput laut memiliki kandungan bahan kimia yang berbeda.

Kata kunci: Analisa proksimat, *Gracilaria sp*, *Sargassum sp*, *Ulva lactuca*

Abstract

Carbohydrate protein, fat, and minerals are the main ingredients of seaweed besides water. These main contents can vary depending on environmental conditions and the type of seaweed. *Gracilaria sp*, *Sargassum sp*, and *Ulva lactuca* grow widely and have been used on Sayang Heulang beach, South Garut, West Java, Indonesia. Unfortunately, no information was found for its main content that can indicate the seaweed quality. This research aims to conduct a proximate analysis of the three seaweeds, representing brown seaweed, red seaweed, and green seaweed, respectively. Carbohydrate total analysis was done using Luff Schoorl method and gave 11.2 %w/w, 25.3 %w/w, and 20.4 %w/w for *Gracilaria sp*, *Sargassum sp*, and *U. lactuca*, respectively. Determination of total protein using the Kjeldahl-Nessler method gives 6.5 %w/w for *Gracilaria sp*, 7.8 %w/w for *Sargassum sp*, and 8.7 %w/w for *U. lactuca*. The methods for fat analysis are Soxhlet extraction, which gives 0.3 %w/w for *Gracilaria sp*, 1.6 %w/w for *Sargassum sp*, and 1.1 %w/w for *U. lactuca*. The study also showed *Gracilaria sp*, *Sargassum sp*, and *U. lactuca* contain 26.9 %w/w, 23.6 %w/w, and 32.5 %w/w mineral content,



respectively. These results indicate that different types of seaweed provide different chemical compositions.

Keywords: *Gracilaria sp*, Proximate analysis, *Sargassum sp*, *Ulva lactuca*

1 Pendahuluan

Data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, Republik Indonesia menyatakan bahwa Indonesia memiliki garis pantai mencapai 108.000 km dan luas perairan laut mencapai 6.400.000 km² [1]. Hal ini memungkinkan aneka biota laut seperti ikan, udang, dan rumput laut untuk dapat berkembang biak dengan baik di perairan Indonesia. Berbagai jenis rumput laut seperti rumput laut merah, rumput laut hijau, dan rumput laut coklat dapat tumbuh dengan baik di Indonesia [2,3].

Salah satu sentra utama budidaya rumput laut di Indonesia adalah provinsi Jawa Barat. Pantai Sayang Heulang, Garut Selatan merupakan bagian dari provinsi Jawa Barat yang memiliki potensi untuk menjadi salah satu sentra budidaya rumput laut. Saat ini rumput laut telah tumbuh secara alami dan dimanfaatkan dalam skala kecil oleh penduduk sekitar. Pemanfaatan ini tidak diiringi dengan pengetahuan kualitas rumput laut yang digunakan.

Salah satu pengujian yang umum dilakukan adalah analisa proksimat. Pada analisa ini dilakukan penentuan kadar karbohidrat, protein, lemak, dan mineral [4,5]. Komposisi ini sangat tergantung kepada jenis dan daerah tumbuh dari rumput laut tersebut. Survei yang dilakukan menunjukkan jenis rumput laut utama yang tumbuh di pantai Sayang Heulang adalah *Gracilaria sp*, *Sargassum sp*, dan *Ulva lactuca*.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka perlu dilakukan analisa proksimat terhadap tiga jenis rumput laut utama di pantai Sayang Heulang untuk menjadi salah satu parameter kualitas rumput laut. Pada penelitian ini dilaporkan hasil analisa proksimat berupa kandungan total karbohidrat, protein, lemak, dan mineral untuk ketiga jenis rumput laut di atas. Analisa ini dapat menjadi dasar pemanfaatan rumput laut ke depannya.

2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Institut Teknologi Bandung. Sampel rumput laut dipanen di pantai Sayang Heulang, Garut Selatan, Jawa Barat, Indonesia. Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah peralatan gelas standar, set Soxhlet,

spektrofotometer Agilent HP 8453, neraca analitik, oven, dan tanur.

Bahan kimia yang digunakan adalah asam sulfat (H₂SO₄), natrium hidroksida (NaOH), tembaga sulfat pentahidrat (CuSO₄.5H₂O), natrium karbonat (Na₂CO₃), dietileter, asam sitrat monohidrat (C₆H₈O₇.H₂O), kalium iodida (KI), indikator kanji, asam klorida (HCl), asam asetat (HCH₃COO), natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃), kalium sulfat (K₂SO₄), ammonium klorida (NH₄Cl), merkuri (II) iodida (HgI₂), air demineral. Seluruh bahan yang digunakan adalah kualitas analitis.

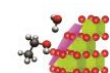
2.1 Penyiapan sampel rumput laut

Hasil panen sampel rumput laut *Gracilaria sp*, *Sargassum sp*, dan *U. lactuca* dibilas dengan air keran untuk membersihkan rumput laut dari sisa garam dan pengotor yang menempel. Rumput laut kemudian dikeringkan menggunakan sinar matahari. Pengeringan lebih lanjut dilakukan menggunakan oven pada temperatur 100 °C selama 1 jam. Sampel kemudian ditumbuk hingga halus. Analisa lebih lanjut menggunakan sampel yang telah dihaluskan ini.

2.2 Penentuan total karbohidrat

Penentuan karbohidrat dilakukan dengan menggunakan metode titrasi Luff-Schoorl sesuai SNI 01-2891-1992 yang dimodifikasi [6]. Reagen Luff-Schoorl disiapkan dengan melarutkan 142,8 gram Na₂CO₃ dalam 300 ml air demineral. Larutan kemudian dicampurkan dengan larutan 50 gram C₆H₈O₇.H₂O dalam 50 mL air demineral. Campuran kemudian diaduk hingga tercampur sempurna. Larutan 25 gram CuSO₄.5H₂O dalam 100 mL air demineral kemudian ditambahkan dan ditepatkan menjadi 1 liter untuk mendapatkan larutan Luff-Schoorl.

Sebanyak 5,000 gram sampel kering ditimbang tepat, kemudian dilarutkan ke dalam 200 mL larutan HCl 3%. Campuran kemudian dipanaskan pada temperatur 70°C di atas pemanas listrik selama 10 menit. Larutan yang dihasilkan didinginkan hingga temperatur ruang kemudian ditambahkan 3 tetes asam asetat 3% dan 20 mL larutan NaOH 30%. Larutan kemudian disaring ke



dalam labu ukur 500 mL dan ditepatkan dengan air demineral untuk mendapatkan larutan sampel.

Sebanyak 10 mL larutan sampel direaksikan dengan 25 mL larutan Luff Schoorl dan ditambahkan 15 mL air demineral. Larutan dipanaskan pada temperatur 70°C di atas pemanas listrik selama 10 menit. Setelah larutan dingin, ditambahkan 15 mL larutan KI 20% dan 25 mL larutan H₂SO₄ 25% secara perlahan. Titrasi dilakukan menggunakan larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N dan indikator kanji 1%. Perhitungan didasari dari konversi gula inversi menggunakan tabel Luff Schoorl dan seluruh karbohidrat di dalam sampel diasumsikan sebagai glukosa.

2.3 Penentuan total protein

Penentuan kadar protein dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl-Nessler [7] yang dipadukan dengan spektrofotometer UV-Vis Agilent 8453. Sebanyak 0,200 gram sampel kering ditimbang secara tepat menggunakan neraca analitik dicampurkan dengan 7 gram K₂SO₄ dan 1 gram CuSO₄.5H₂O dalam labu Kjeldahl 100 mL. Sebanyak 10 mL H₂SO₄ pekat kemudian ditambahkan, larutan kemudian dibiarkan semalaman. Larutan kemudian dipanaskan menggunakan pemanas hingga warna larutan menjadi bening. Larutan kemudian dipindahkan ke labu takar 100 mL, ditambahkan dengan 1 mL larutan NaOH 2M dan 1 mL pereaksi Nessler sebelum ditepatkan dalam labu takar 100 mL.

Pereaksi Nessler untuk spektrometri UV-Vis dibuat dengan cara melarutkan 100 gram HgI₂ dan 70 gram KI ke dalam larutan 160 gram NaOH di dalam 500 mL air. Larutan yang terbentuk kemudian ditepatkan dalam labu takar 1 L. Pengukuran dilakukan dengan metode standar luar pada panjang gelombang 480 nm. Setiap larutan standar nitrogen dicampurkan dengan 1 mL larutan NaOH 2M dan 1 mL pereaksi Nessler sebelum ditepatkan dalam labu takar 100 mL. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan faktor konversi 6,25 untuk setiap gram massa nitrogen sesuai rekomendasi dari FAO [8].

2.4 Penentuan total lemak

Penentuan lemak dilakukan dengan metode Soxhlet. Sebanyak 2,000 gram sampel kering ditimbang secara tepat di dalam cawan porselen menggunakan neraca analitik. Sampel kemudian direfluks sebanyak 10 siklus menggunakan pelarut dietil eter. Larutan kemudian dipindahkan ke gelas

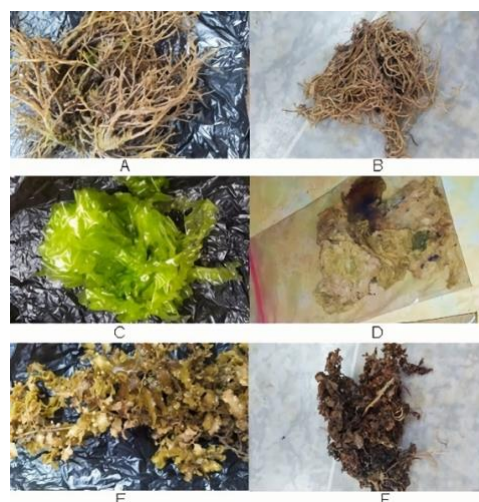
kimia yang telah diketahui massanya. Pelarut dietil eter diuapkan menggunakan penangas air hingga didapatkan larutan pekat. Proses dilanjutkan dengan menggunakan oven pada temperatur 50°C selama 1 jam. Perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah residu yang tersisa dari hasil penguapan pelarut dietil eter.

2.5 Penentuan total mineral

Penentuan total mineral dilakukan dengan metode pengabuan. Sebanyak 3,000 gram sampel kering ditimbang secara tepat di dalam cawan porselen menggunakan neraca analitik. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam tanur dengan temperatur 550°C selama 2 jam. Proses pemanasan, pendinginan, dan penimbangan dilakukan terus menerus hingga didapatkan massa konstan. Perhitungan dilakukan dengan mengasumsikan seluruh abu yang tersisa di dalam cawan adalah sebagai mineral.

3 Hasil dan Diskusi

Sampel rumput laut yang dianalisis merupakan jenis rumput laut yang mewakili setiap filum. *Gracilaria sp* mewakili rumput laut merah, *Sargassum sp* mewakili rumput laut coklat, dan *U. lactuca* mewakili rumput laut hijau. Setiap sampel diambil dari perairan yang sama yaitu pantai Sayang Heulang, Garut Selatan, Jawa Barat, Indonesia. Rumput laut yang segar memiliki kadar air yang tinggi dan selama proses pengeringan sebagian besar air akan menguap.



Gambar 1. Rumput laut sebelum pengeringan (kiri) dan setelah pengeringan (kanan) untuk *Gracilaria sp* (A,B); *U. lactuca* (C,D); *Sargassum sp* (E,F)

Pengeringan dilakukan di sekitar lokasi pengambilan sampel memanfaatkan sinar

matahari selama 3 hari untuk mencapai pengeringan yang cukup. Pengeringan pada sampel rumput laut menyebabkan perubahan secara fisik pada rumput laut dari kondisi segar menjadi kering Gambar 1. Perubahan yang paling mencolok terlihat pada *U. lactuca* yaitu perubahan warna dan pengkerutan yang lebih tinggi. Hal ini menandakan kadar airnya paling tinggi dibandingkan spesies lainnya.

Rumput laut dan tumbuhan pada umumnya menyimpan cadangan makanan dalam bentuk karbohidrat terutama polisakarida seperti alginat, karagenan, agarosa, xilan, dan ulvan. Pada penelitian ini analisa total karbohidrat dilakukan menggunakan metode Luff Schoorl. Metode ini didahului oleh proses hidrolisis polisakarida yang terdapat di rumput laut pada suasana asam menghasilkan sakarida dengan rantai lebih pendek. Sakarida yang bersifat sebagai gula pereduksi akan bereaksi lebih lanjut dengan ion Cu(II) berlebih yang terdapat dalam reagen Luff Schoorl. Kelebihan ion Cu(II) kemudian ditentukan menggunakan titrasi iodometri.

Reaksi antara sakarida dan ion Cu(II) sangat tergantung kepada jenis sakarida yang bereaksi seperti panjang sakarida, golongan sakarida, dan sifat reduksi sakarida. Di lain sisi, karbohidrat di bahan alam tersusun dari berbagai jenis sakarida sehingga suatu tabel korelasi yang berlaku umum untuk seluruh jenis karbohidrat diperlukan. Pada penelitian ini tabel yang digunakan dikeluarkan oleh BSN. Tabel 1 menunjukkan nilai karbohidrat untuk sampel yang telah dikeringkan. Berdasarkan data yang diperoleh, *Sargassum sp* memiliki kadar karbohidrat tertinggi.

Tabel 1. Kadar karbohidrat total *Gracilaria sp*, *U. lactuca*, dan *Sargassum sp*

Rumput laut	Karbohidrat total (% b/b)
<i>Gracilaria sp</i>	11,2
<i>U. lactuca</i>	20,4
<i>Sargassum sp</i>	25,3

Protein merupakan kandungan senyawa organik terbanyak kedua di dalam rumput laut. Pada penelitian ini metode Kjeldahl dipilih untuk mendestruksi nitrogen organik di dalam rumput laut menjadi ion ammonium. Pada tahap ini seluruh senyawa organik akan direaksikan dengan H₂SO₄ pekat dengan pemanasan dan bantuan katalis CuSO₄. Ion ammonium yang terbentuk

kemudian direaksikan dengan pereaksi Nessler pada suasana basa menghasilkan senyawa berwarna jingga yang intensitas warnanya sebanding dengan konsentrasi ammonium di dalam larutan.

Protein merupakan polimer dari asam amino dengan struktur yang beraneka ragam. Kadar nitrogen di tiap asam amino beragam tergantung strukturnya, sehingga akan menghasilkan protein dengan kandungan yang beragam pula. Untuk menyelesaikan permasalahan ini, maka diperlukan suatu faktor konversi umum yang dapat mewakili perbandingan protein terhadap nitrogen. Pada penelitian ini digunakan nilai 6,25 sesuai dengan rekomendasi FAO. Tabel 2 menunjukkan bahwa *U. lactuca* memiliki kandungan protein tertinggi.

Tabel 2. Kadar protein total *Gracilaria sp*, *U. lactuca*, dan *Sargassum sp*

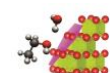
Rumput laut	Protein total (% b/b)
<i>Gracilaria sp</i>	6,5
<i>U. lactuca</i>	8,7
<i>Sargassum sp</i>	7,8

Rumput laut tergolong bahan alam yang memiliki kadar lemak yang rendah. Pada penelitian ini analisis kadar lemak total menggunakan metode Soxhlet. Pelarut yang digunakan dalam analisis ini yaitu pelarut eter yang memiliki kepolaran lebih rendah atau bisa dikategorikan termasuk pelarut nonpolar. Secara umum rumput laut tersusun oleh poli asam lemak tak jenuh (PUFA) dan sebagian kecil senyawa trigliserida [9]. Kedua bentuk lemak ini diharapkan akan terekstrak sempurna menggunakan pelarut eter. Eter dipilih karena mudah untuk diuapkan, sehingga penentuan kadar lemak dapat dilakukan secara gravimetri.

Tabel 3. Kadar lemak total *Gracilaria sp*, *U. lactuca*, dan *Sargassum sp*

Rumput laut	Lemak total (% b/b)
<i>Gracilaria sp</i>	0,3
<i>U. lactuca</i>	1,1
<i>Sargassum sp</i>	1,6

Tabel 3 menunjukkan kadar lemak dalam rumput laut kering. *Gracilaria sp* memiliki nilai yang jauh lebih rendah. Nilai ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya yang mendapatkan kesimpulan bahwa rumput laut



merah memiliki kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan rumput laut hijau dan rumput laut coklat [10]. Pada proses ekstraksi lemak, tidak hanya didapatkan asam lemak ataupun triasilgliserida tetapi juga pigmen yang dibuktikan oleh perubahan warna hasil ekstraksi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Pigmen yang ada terbagi menjadi 3 grup yaitu klorofil, karetonoid, dan ficobiliprotein [11].

Lokasi tumbuh rumput laut yang kaya akan mineral akan mempengaruhi kandungan mineral di dalam rumput laut. Kandungan mineral di dalam rumput laut kering yang diambil dari pantai Sayang Heulang dapat dilihat pada Tabel 4. *Sargassum sp* ditemukan memiliki nilai mineral tertinggi dibandingkan dengan dua jenis rumput laut lainnya. Mineral yang terkandung di dalam rumput laut dapat berupa logam alkali, alkali tanah, transisi, dan logam berat tergantung kondisi perairan. Oleh karena itu sering kali rumput laut dijadikan indikator tingkat pencemaran logam di suatu perairan ataupun dapat digunakan sebagai bahan bioremediasi [12–14].



Gambar 2. Hasil ekstraksi lemak rumput laut (kiri-kanan: *Gracilaria sp*, *U. lactuca*, *Sargassum sp*)

Tabel 4. Kadar mineral total *Gracilaria sp*, *U. lactuca*, dan *Sargassum sp*

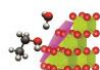
Rumput laut	Mineral total (% b/b)
<i>Gracilaria sp</i>	26,9
<i>U. lactuca</i>	23,6
<i>Sargassum sp</i>	32,5

Bila dijumlahkan total dari keempat komponen yang dianalisis tidak mencapai 100% dengan maksimal hanya 55%. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama adalah keterbatasan metode analisa, sebagai contoh metode penentuan karbohidrat total yang terbatas untuk jenis gula pereduksi sehingga gula non pereduksi tidak dapat diukur. Kedua adalah masih terdapat kandungan air di dalam sampel. Sampel hanya dikeringkan menggunakan sinar matahari sehingga sangat dimungkinkan masih terdapat kandungan air pada sampel. Ketiga adalah terdapat senyawa-senyawa lain yang tidak terdeteksi dengan metode digunakan seperti DNA dan anion-anion (F, Cl, sulfat, nitrat, dll).

Beberapa penelitian menggunakan jenis rumput laut yang sama di berbagai perairan Indonesia lima tahun terakhir dirangkum pada Tabel 5. Nilai-nilai yang didapat di tiap daerah sangat jauh berbeda dan tidak dapat ditemukan kecenderungan yang sama. Hal ini menandakan ketidaksamaan metode analisis yang dilakukan. Walaupun sebagian besar peneliti menggunakan metode yang mirip tetapi beberapa modifikasi kecil yang dilakukan dapat memberikan nilai yang sangat berbeda. Kondisi lingkungan tumbuh juga dapat memberikan perbedaan hasil analisa, tetapi tidak akan memberikan hasil yang sangat jauh berbeda. Berdasarkan fakta ini, nilai yang didapat pada penelitian ini tidak dapat dibandingkan dengan hasil analisa peneliti lain

Tabel 5. Komposisi proksimat di *Gracilaria sp*, *U. lactuca*, dan *Sargassum sp* di beberapa perairan Indonesia

Lokasi	Rumput laut	Kadar (% b/b)			
		Karbohidrat	Protein	Lemak	Mineral
Pantai Kukup, Gunung Kidul, Jawa Tengah [15]	<i>U. lactuca</i>	62,93	17,43	5,17	2,94
Pantai Sepanjang, Gunung Kidul, Jawa Tengah [16]	<i>U. lactuca</i>	Tidak tersedia	11,00	Tidak tersedia	37,79
Perairan Pameungpeuk [17]	<i>U. lactuca</i>	58,1	13,6	0,19	11,2
Perairan Maluku Tenggara [18]	<i>Sargassum sp</i>	38,75	13,08	0,03	0,43
Pantai Kupang [19]	<i>Sargassum sp</i>	47,52	10,64	1,99	22,56
Pulau Kabung, Bengkayang, Kalimantan Barat [20]	<i>Sargassum sp</i>	64,67	2,04	0,81	2,08
Pulau Kelapa, Tuban, Jawa Timur [21]	<i>Gracilaria sp</i>	18,77	11,72	0,21	65,63
Karawang, Jawa Barat [22]	<i>Gracilaria sp</i>	63,2	13,65	1,65	21,51



4 Kesimpulan

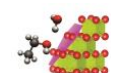
Rumput laut *Gracilaria sp*, *U. lactuca*, dan *Sargassum sp* yang diambil dari pantai Sayang Heulang, Garut Selatan, Jawa Barat memiliki kandungan karbohidrat, protein, lemak, dan mineral yang bervariasi. Variasi ini dapat disebabkan oleh jenis rumput laut, lokasi perairan, dan kondisi perairan. Analisa terhadap sampel kering memberikan kadar karbohidrat total berada dalam rentang 11,2-25,3 %; kadar protein total 6,5-8,7%; kadar lemak total 0,3-1 %; dan kadar mineral total 23,6-32,5%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih pada Program P2MI ITB 2021.

Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Koordinator Bidang kemaritiman dan Investasi Republik Indonesia. 2018. Menko Maritim Luncurkan Data Rujukan Wilayah Kelautan Indonesia [Internet].
- [2] Mulyati, H. and Geldermann, J. 2016. Managing risks in the Indonesian seaweed supply chain. *Clean Technologies and Environmental Policy*, Springer Science and Business Media LLC. 19 (1) 175–89. 10.1007/s10098-016-1219-7
- [3] Nufus, C., Nurjanah, N. and Abdullah, A. 2017. Characteristics of Green Seaweeds from Seribu Islands and Sekotong West Nusa Tenggara Antioxidant. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, Indonesian Society Fisheries Product Processing. 20 (3) 620. 10.17844/jphpi.v20i3.19819
- [4] El-Said, G.F. and El-Sikaily, A. 2013. Chemical composition of some seaweed from Mediterranean Sea coast, Egypt. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2012/12/05. Netherlands. 185 (7) 6089–99. 10.1007/s10661-012-3009-y
- [5] Siahaan, E.A., Asaduzzaman, A.K.M. and Pangestuti, R. 2018. Chemical Compositions of Two Brown Seaweed Species From Karimun Jawa, Indonesia. *Marine Research in Indonesia*, Indonesian Institute of Sciences. 43 (2) 71–8. 10.14203/mri.v43i2.480
- [6] Badan Standardisasi Nasional. 1992. SNI 01-2891-1992 Cara Uji Makanan Dan Minuman.
- [7] Kitto, W.H. 1934. Rapid determination of nitrogen by a Kjeldahl-Nessler process. *The Analyst*, Royal Society of Chemistry (RSC). 59 (704) 733. 10.1039/an9345900733
- [8] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2002. Food energy - methods of analysis and conversion factors [Internet]. FAO Food and Nutrition Paper 77. Food and Agriculture Organization.
- [9] Kumar, M., Gupta, V., Kumari, P., Reddy, C.R.K. and Jha, B. 2011. Assessment of nutrient composition and antioxidant potential of Caulerpaceae seaweeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, Elsevier BV. 24 (2) 270–8. 10.1016/j.jfca.2010.07.007
- [10] Bleakley, S. and Hayes, M. 2017. Algal Proteins: Extraction, Application, and Challenges Concerning Production. *Foods (Basel, Switzerland)*, Switzerland. 6 (5) 33. 10.3390/foods6050033
- [11] Gomes, L., Monteiro, P., Cotas, J., Gonçalves, A.M.M., Fernandes, C., Gonçalves, T. et al. 2022. Seaweeds' pigments and phenolic compounds with antimicrobial potential. *Biomolecular Concepts*, Walter de Gruyter GmbH. 13 (1) 89–102. 10.1515/bmc-2022-0003
- [12] Perryman, S.E., Laping, I., Mustafa, A., Sabang, R. and Rimmer, M.A. 2017. Potential of metal contamination to affect the food safety of seaweed (*Caulerpa* spp.) cultured in coastal ponds in Sulawesi, Indonesia. *Aquaculture Reports*, Elsevier BV. 5 27–33. 10.1016/j.aqrep.2016.12.002
- [13] Afiah, R.N., Supartono, W. and Suwondo, E. 2019. Potential of heavy metal contamination in cultivated red seaweed (*Gracilaria sp.* and *Eucheuma cottonii*) from coastal area of Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing.



- 365 (1) 12024. 10.1088/1755-1315/365/1/012024
- [14] Luo, H., Wang, Q., Liu, Z., Wang, S., Long, A. and Yang, Y. 2020. Potential bioremediation effects of seaweed *Gracilaria lemaneiformis* on heavy metals in coastal sediment from a typical mariculture zone. *Chemosphere*, Elsevier BV. 245 125636. 10.1016/j.chemosphere.2019.125636
- [15] Costa, J.F. da, Merdekawati, W. and Otu, F.R. 2018. Analisis Proksimat, Aktivitas Antioksidan, dan Komposisi Pigmen *Ulva lactuca* L. dari Perairan Pantai Kukup. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 17 1–17.
- [16] Sefrienda, A.R., Novianty, H., Jasmadi, J., Suryaningtyas, I.T., Poeloengasih, C.D., Kumayanjati, B. et al. 2023. Protein Content and Color of Green Macroalgae *Ulva Lactuca* (L.) on Soaking Time and Drying Method. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, Universitas Sebelas Maret. 15 (2) 109. 10.20961/jthp.v15i2.59721
- [17] Rasyid, A. 2017. Evaluation of Nutritional Composition of The Dried Seaweed *Ulva lactuca* from Pameungpeuk Waters, Indonesia. *Tropical Life Sciences Research*, 2017/07/31. Malaysia. 28 (2) 119–25. 10.21315/tlsr2017.28.2.9
- [18] Jasmadi, Kusnadi, A., Kumayanjati, B., Triandiza, T., Pesilette, R.N., Ainarwowa, A. et al. 2022. Nutritional values of *Sargassum* sp., *Ulva* sp., and *Padina* sp. from South East Molluca Island waters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing. 1119 (1) 12043. 10.1088/1755-1315/1119/1/012043
- [19] Salosso, Y. 2019. Nutrient and alginate content of macroalgae *Sargassum* sp. from Kupang Bay waters, East Nusa Tenggara, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 12 (6) 2130–6.
- [20] Novi Sumarni, T., Safitri, I., Kushadiwijayanto, A.A. and Sofiana, M.S. 2022. Analisis Kandungan Proksimat dan Mineral Zink Dari *Sargassum* sp. Asal Perairan Pulau Kabung. *Oceanologia*, 1 (1) 24.
- [21] Kustantinah, K., Hidayah, N., Noviand, C., Astuti, A. and Paradhipta, D.H.V. 2023. Nutrients content of four tropical seaweed species from Kelapa Beach, Tuban, Indonesia and their potential as ruminant feed. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, UNS Solo. 23 (12). 10.13057/biodiv/d231213
- [22] Fadhlullah, M., Prasetyati, S.B., Pudoli, I. and Lo, C. 2022. Preliminary Economic Potential Evaluation of Seaweed *Gracilaria* sp. Biomass Waste as Bioindustry Feedstock Through a Biorefinery Approach: A Case Study in Karawang, Indonesia. *3BIO: Journal of Biological Science, Technology and Management*, The Institute for Research and Community Services (LPPM) ITB. 4 (1) 42–53. 10.5614/3bio.2022.4.1.6

