Jurnal Ilmiah
SAMUDRA AKUATIKA
Volume 7 (2) Desember 2023: 69–78

e-ISSN: 2614-6738
p-ISSN: 2621-5314
DOI: 10.33059/jisa.v7i2.8950

Pemanfaatan Rumput Laut Sebagai Garam Fungsional Dan Sumber Aktivitas Antioksidan: *Review*

Utilization of Brown Seaweed as a Functional Dietary Salt and Source of Antioxidant Activity: A Review

Aisyah Astriani[1, ✉], **Nurjanah**[1]

[1]Departemen Teknologi Hasil Perairan, Institut Pertanian Bogor, Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia
✉Email: astriani.aisyah@apps.ipb.ac.id

Abstrak: Rumput laut mengandung mineral dan senyawa aktif yang berpotensi sebagai antioksidan, antihipertensi, dan manfaat kesehatan lainnya. Akibat potensi tersebut, rumput laut kini banyak digunakan dalam bidang obat-obatan, kosmetik, pupuk, bioenergi dan pangan. Dalam industri pangan, rumput laut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan garam dengan kandungan natrium rendah dan kalium tinggi sehingga bermanfaat bagi kesehatan manusia. Literatur *review* ini menyajikan beberapa pembahasan dan sumber literatur yang relevan mengenai proses pembuatan dan komponen yang ada pada garam rumput laut, seperti kandungan logam berat, komposisi mineral, Na: K, rasio NaCl, dan aktivitas antioksidan. Studi literatur ini menggunakan pendekatan deskriptif eksploratif dengan mengumpulkan informasi dari banyak literatur penelitian sebelumnya, berupa jurnal nasional maupun internasional serta database *online* seperti *Researchgate, Directory of Open Access Journals* dan *Google Scholar*.

Kata kunci: Antioksidan, Garam fungsional, Mineral, Natrium klorida, Rumput laut

Abstract: *Seaweed contains minerals and active compounds that have potential antioxidant, antihypertensive and other health benefits. As a result of this potential, seaweed is now widely used in the fields of medicine, cosmetics, fertilizer, bioenergy and food. In the food industry, seaweed can be used as raw material for making salt with low sodium and high potassium content so that it is beneficial for human health. This literature review presents several discussions and relevant literature sources regarding the manufacturing process and components contained in seaweed salt, such as heavy metal content, mineral composition, Na: K, NaCl ratio, and antioxidant activity. This literature study uses an exploratory descriptive approach by collecting information from a lot of previous research literature, in the form of national and international journals as well as online databases such as Researchgate, Directory of Open Access Journals and Google Scholar.*

Keywords: Antioxidants, Functional salts, Minerals, Sodium chloride, Seaweed

I. PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan alga laut makroskopis multiseluler yang terbagi dalam tiga varietas yaitu merah (*Rhodophyta*), hijau (*Chlorophyta*) dan coklat (*Phaeophyta*) (Abdel-latif *et al*. 2022). Rumput laut coklat merupakan salah satu penghasil biomassa terpenting di wilayah pesisir, dengan jumlah genus sekitar 250 dan 1500-2000 spesies (Habeebullah *et al*. 2019).

Baru-baru ini, beberapa penelitian mengungkapkan bahwa rumput laut tidak hanya merupakan sumber karbohidrat, serat makanan, protein dan peptida, vitamin, mineral, dan lemak yang baik, tetapi juga mengandung sejumlah besar senyawa bioaktif fungsional seperti karotenoid, polisakarida, polifenol, dan sterol yang memiliki potensi sifat antioksidan serta antimikroba, antikoagulan, antitrombotik, antiinflamasi, antitumor, antivirus dan antihipertensi. Oleh karena itu, saat ini rumput laut mendapat perhatian untuk pengembangan obat, kosmetik, suplemen makanan, pupuk, bioenergi dan pangan (Begum *et al*. 2021). Dalam bidang pangan, Jacoeb *et al*. (2020), melaporkan bahwa rumput laut dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan garam dengan rendah natrium.

Garam rumah tangga dan garam diet adalah dua jenis garam yang dikonsumsi. Garam rumah tangga harus memiliki kadar

NaCl minimal 94%, sedangkan garam diet memiliki nilai NaCl maksimal 60%. Garam diet merupakan asupan garam yang dianjurkan pada pasien hipertensi. Garam diet dapat dihasilkan dari tumbuhan, salah satunya adalah tumbuhan air, seperti garam dari rumput laut. Rumput laut hijau seperti *Caulerpa lentillifera* dan *Halimeda opuntia*, *Ulva lactuca*, rumput laut merah *Actinotrichia fragilis*, rumput laut coklat *Sargassum polycystum, Padina minor*, dan *Turbinaria conoides* digunakan dalam penelitian garam rumput laut di Indonesia (Sari *et al.* 2023). Produksi garam rumput laut merupakan salah satu metode yang memanfaatkan bahan alami yang memiliki aktivitas antioksidan, kaya mineral, dan konsentrasi natrium rendah (Nufus *et al.* 2019). Tujuan penulisan artikel *review* ini adalah untuk mengetahui proses pembuatan dan komponen-komponen pada garam yang berasal dari berbagai jenis rumput laut seperti kandungan logam berat, komposisi mineral, rasio Na:K, NaCl dan aktivitas antioksidan.

II. METODE

Jurnal ini ditulis dengan menggunakan metode studi literatur, yang merupakan wawasan komprehensif dari penelitian sebelumnya mengenai topik tertentu yang melibatkan analisis pengetahuan sekunder secara eksplisit, serta menunjukkan kepada pembaca apa yang diketahui tentang suatu topik dan apa yang belum diketahui. Tinjauan pustaka dilakukan dengan menggunakan banyak publikasi nasional maupun internasional, serta database online seperti *Google Scholar*, *Researchgate*, dan *Directory of Open Access Journals* yang seluruhnya relevan dengan topik pembahasan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pembuatan Garam Rumput Laut

Rumput laut yang dikumpulkan dari perairan dibersihkan dari pasir dan benda asing serta dicuci dengan air laut. Lalu sampel kering anginkan selama ±14 hari dan setelah itu dikeringkan dengan *oven* pada suhu 40-50ºC selama 4 jam. Rumput laut yang telah kering dipotong dan dihancurkan menggunakan blender hingga halus. Selanjutnya diayak dengan ukuran 30 mesh. Hasil blender berupa tepung rumput laut yang siap digunakan sebagai bahan pembuatan garam. Tahapan pembuatan garam rumput laut yaitu 50 g tepung rumput laut kemudian ditambahkan ke dalam air murni (1:10) dan dipanaskan pada suhu 40◦C selama 10 menit menggunakan *waterbath*. Ekstrak tepung rumput laut lalu disaring menggunakan kain nilon 500 mesh dan kertas saring untuk memisahkan residu dan filtrat, kemudian filtrat di oven bersuhu 60ºC selama 30 jam (Nurjanah *et al.* 2022; Nurjanah *et al.* 2021). Ilustrasi pembuatan garam rumput laut dapat dilihat pada Gambar 1.

Kandungan Logam Berat Garam Rumput Laut

Rumput laut memiliki risiko, seperti keracunan akibat tingginya logam berat beracun (Pb, Cd, Hg, As, Al) karena kemampuannya mengakumulasi logam tersebut dari lingkungan. Kontaminasi logam berat diketahui berkaitan erat dengan habitat atau ekologi. Logam berat masuk ke lingkungan laut dari sumber antropogenik dan dengan cepat terakumulasi dalam konsentrasi tinggi di rumput laut. Logam berat yang terdapat pada rumput laut mampu memasuki rantai makanan, mencapai organisme pada tingkat trofik yang lebih tinggi, yang dapat meningkatkan risiko toksisitas pada manusia karena daya serapnya yang tinggi. Semua faktor di atas menekankan pentingnya pemantauan berkelanjutan terhadap rumput laut yang dapat dimakan sebagai makanan fungsional, terutama jika dikonsumsi (Filippini *et al.* 2021). Oleh sebab itu, pengujian logam berat penting dilakukan pada garam rumput laut untuk mengetahui kontaminan logam berat yang terdapat pada garam rumput laut. Hasil pengujian logam berat pada garam rumput laut dari berbgai jenis rumput laut dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Proses pembuatan garam rumput laut (gambar dibuat dengan biorender.com)

Tabel 1. Kandungan logam berat garam rumput laut

Jenis Garam Rumput Laut	Parameter Logam Berat				Referensi
	Cd	Pb	Hg	As	
Garam *Sargassum sp.* + genjer (1:1)	0,038	< 0,005	< 0,005	< 0,002	Abdullah *et al.* (2022)
Garam *Sargassum polycystum* + residu garam (1:1)	0,56	0,69	0,04	-	Nurjanah *et al.* (2022)
Garam *Sargassum polycystum*	0,17	-	-	-	Nurjanah *et al.* (2021)
Garam *Turbinaria conoides*	-	< 0,04	< 0,002	-	Abdullah dan Diachanty (2020)
Garam *Padina minor*	-	< 0,04	< 0,002	-	Abdullah dan Diachanty (2020)
Garam *Ulva lactuca*	-	< 0,04	< 0,002	-	Nurjanah *et al.* (2018)
Garam *Ulva lactuca* + genjer (1:1)	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,002	Jacoeb *et al.* (2020)
Garam *Ulva lactuca*	0,15	< 0,005	< 0,005	< 0,002	Jacoeb *et al.* (2020)

Keterangan: Cd (Kadmium), Pb (Timbal), Hg (Merkuri), As (Arsenik)

Berdasarkan SNI 3556:2016 melaporkan bahwa batas maksimum logam berat kadmium pada konsumsi garam yaitu 0,5 mg/kg, batas maksimum logam timbal 10 mg/kg, batas maksimum logam merkuri 0,1 mg/kg dan batas maksium logam arsenik yaitu 0,1 mg/kg (BSN 2016). Kandungan logam berat yang terdapat pada garam yang berasal dari beberapa jenis rumput laut seluruhnya telah memenuhi standar, kecuali pada kandungan logam berat kadmium (Cd) garam rumput laut *Sargassum polycystum* dengan kombinasi residu garam perbandingan 1:1 hasil penelitian Nurjanah *et al.* (2022), diperoleh hasil yang melebihi standar SNI 3556:2016 yaitu 0,56 mg/kg.

Rendahnya kandungan logam berat pada garam rumput laut diduga disebabkan karena bahan bakunya dilarutkan dalam air suling (akuades) sehingga hanya komponen garamnya saja yang larut dalam air suling (akuades). Residu yang mungkin terbawa dalam ukuran kecil dapat terikat selama proses filtrasi (penyaringan), namun dalam kasus ini residu tersebut tidak terbawa sehingga mengakibatkan penurunan kandungan logam berat secara signifikan. Logam berat seperti Cd, Pb, Hg dan As umumnya terikat dalam struktur jaringan sehingga sulit dilepaskan dan kemungkinan tertinggal dalam residu garam (Jacoeb *et al.* 2020).

Logam berat atau xenobiotik dalam jumlah berlebihan berpotensi menjadi agen yang beracun. Logam berat masuk ke tubuh kita melalui makanan, air, dan udara, menyebabkan keracunan sebelum mengikat atau bergabung dengan senyawa seperti sulfur, oksigen atau nitrogen (Lekamge *et al.* 2019). Konsumsi timbal (Pb) dapat mengakibatkan gagal ginjal atau hati, kanker, dan tekanan darah tinggi. Kadmium (Cd) dapat menyebabkan tekanan darah tinggi, gangguan saraf, lemahnya tulang, kerusakan kardiovaskular, dan kanker. Arsenik (As) dapat membahayakan kesehatan manusia. Keracunan arsenik menyebabkan sakit perut, diare, muntah, dan lemahnya otot. Cacat kulit dan kanker mampu disebabkan oleh keracunan yang kronis. Keracunan merkuri (Hg) antara lain dapat membahayakan sistem saraf, menyebabkan kerusakan ginjal, mengganggu sistem reproduksi dan menekan sistem kekebalan tubuh (Negahdari *et al.* 2021).

Komposisi Mineral Garam Rumput Laut

Mineral adalah unsur kimia yang penting untuk fungsi metabolisme normal. Tubuh manusia memerlukan sejumlah mineral tertentu agar dapat berfungsi dengan baik dan dapat mempengaruhi berbagai aspek kesehatan manusia (Karatela *et al.* 2017). Rumput laut mampu memberikan kontribusi penting terhadap asupan mineral harian dan merupakan sumber mineral esensial yang menjanjikan untuk pangan fungsional, suplemen makanan, dan *nutraceuticals*. Pada rumput laut memiliki kandungan mineral yang sangat bervariasi pada berbagai kelompok rumput laut, seperti Ca, Mg, Na, P, Fe, K dan lain sebagainya. Rumput laut dilaporkan memiliki kandungan Na dan K yang seimbang dengan rasio Na/K yang rendah pada kisaran 0,14–0,16. Hal ini penting secara nutrisi karena pola makan dengan rasio Na/K yang tinggi berhubungan dengan hipertensi (Munoz dan Diaz 2020).

Menurut Seulalae (2023), garam rumput laut berbeda dengan garam meja karena mengandung mineral makro dan mikro, serat, senyawa fenolik, dan senyawa bermanfaat lainnya, serta kandungan NaCl < 60%, rendah natrium, tinggi kalium dan rasio Na:K mendekati satu, seperti yang direkomendasikan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Hasil komposisi mineral garam dari beberapa jenis rumput laut dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil beberapa komposisi mineral pada garam rumput laut dapat berfungsi baik untuk kebutuhan dan kesehatan tubuh manusia. Mineral kalsium terlibat dalam pembentukan tulang dan gigi, pembekuan darah, serta fungsi saraf dan otot. Kasium penting sebagai kofaktor untuk enzim dan protein ekstraseluler. Magnesium (Mg) diperlukan dalam plasma dan cairan ekstraseluler pada manusia untuk menjaga keseimbangan osmotik. Hal ini diperlukan dalam berbagai interaksi yang dikatalisis enzim, terutama yang melibatkan nukleotida dan garam magnesium sebagai spesies aktif. Besi (Fe) merupakan komponen penting untuk pengikatan oksigen dan transportasi ke seluruh jaringan tubuh. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan infeksi saluran cerna, mimisan, dan infeksi miokard (Kasmiati *et al.* 2022).

Komposisi mineral natrium dapat berkontribusi dalam menjaga keseimbangan cairan, asam basa dan osmotik (Laily *et al.* 2019). Meskipun mineral natrium (Na) dibutuhkan oleh tubuh, namun kelebihannya dikaitkan dengan prevalensi tekanan darah tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena natrium mampu meningkatkan volume cairan tubuh, volume plasma dan curah jantung (Jacoeb *et al.* 2020).

Tabel 2. Komposisi mineral dan NaCl garam rumput laut

Jenis Garam Rumput Laut	Komposisi Mineral (mg/g)						NaCl (%)	Referensi
	Ca	Na	Mg	K	Fe	Na:K		
Garam *Sargassum sp.* + genjer (1:1)	1,20	61,80	1,29	184,30	0,07	0,34	24,04	Abdullah *et al.* (2022)
Garam *Sargassum polycystum* + residu garam (1:1)	-	33,10	-	136,42	-	0,24	20,88	Nurjanah *et al.* (2022)
Garam *Sargassum polycystum*	-	96,96	-	247,58	-	0,38	49,05	Nurjanah *et al.* (2021)
Garam *Sargassum polycystum* + karbon aktif 1,5%	27,66	80,28	29,24	91,79	0,15	-	33,87	Manteu *et al.* (2021)
Garam *Padina minor* + karbon aktif 1%	27,66	69,24	39,05	33,05	0,03	1,97	28,34	Manteu *et al.* (2021)
Garam *Ulva lactuca* + karbon aktif 1,5%	-	91,00	-	44,88	-	2,03	10,39	Kurniawan *et al.* (2019)
Garam *Ulva lactuca* + genjer (1:1)	2,48	67,71	1,87	115,87	0,04	0,59	21,05	Jacoeb *et al.* (2020)
Garam *Eucheuma cottonii*	-	24,15	1.622 ,87	42.091	-	-	-	Notowidjojo *et al.* (2020)
Garam *Ulva tepida*	43	795	492	667	2,00	1,19	-	Magnusson *et al.* (2016)

Keterangan: Ca (Kalsium), Na (Natrium), Mg (Magnesium), K (Kalium), Fe (Besi), NaCl (Natrium Klorida)

Komposisi mineral natrium dan kalium memiliki fungsi yang berlawanan, yaitu natrium mampu meningkatkan tekanan darah sedangkan kalium mampu menurunkannya, oleh karena itu asupan natrium dan kalium dalam tubuh manusia harus seimbang (Destri *et al.* 2018). Rasio Na/K yang tinggi dapat mengganggu keseimbangan natrium-kalium dalam tubuh manusia, yang dapat menyebabkan penyakit kardiovaskular dan tekanan darah tinggi (Segawa *et al.* 2021; Valentino *et al.* 2020).

Aktivitas Antioksidan Garam Rumput Laut

Antioksidan merupakan zat yang dapat mengikat radikal bebas. Radikal bebas dihasilkan oleh berbagai faktor, antara lain asap, debu, polusi, dan kebiasaan mengonsumsi makanan cepat saji yang tidak seimbang baik karbohidrat, protein, maupun lemak. Senyawa antioksidan menyumbangkan satu elektronnya kepada radikal bebas yang tidak stabil sehingga dapat dinetralkan dan tidak lagi mengganggu metabolisme tubuh (Rahmi 2017).

Antioksidan merupakan zat yang mampu menangkap spesies oksigen reaktif (anion superoksida (O_2^-), hidrogen peroksida (H_2O_2), radikal hidroksil (OH)) dan radikal bebas penyebab stres oksidatif dalam tubuh manusia. Makromolekul biologis seperti DNA, protein, dan asam nukleat dirusak oleh stres oksidatif, sehingga dapat memicu berbagai penyakit berbahaya seperti kanker, diabetes, stroke, Alzheimer, Parkinson, dan penyakit kardiovaskular. Akibatnya, senyawa antioksidan berperan penting. peran penting dalam melindungi kesehatan dari faktor-faktor yang berpotensi membahayakan. Diketahui bahwa rumput laut mengandung beberapa senyawa bioaktif dengan potensi atau aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman darat karena adanya delapan cincin polifenol yang saling

berhubungan. Fitokimia fenolik bertindak sebagai antioksidan untuk menghentikan pembentukan radikal bebas dan oksidasi lipid tak jenuh dan lipoprotein densitas rendah yang bertanggung jawab atas penyakit kardiovaskular (Kumar *et al.* 2021).

Kurniawan *et al.* (2019), melaporkan bahwa senyawa fenolik yang terdapat dalam garam berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan dengan menangkap radikal bebas dengan hidrogen dari gugus fenol. Semakin tinggi senyawa fenolik maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya. Aktivitas antioksidan yang terdapat pada garam dari beberapa jenis rumput laut dapat dilihat pada Tabel 3.

Aktivitas antioksidan metode DPPH dan ABTS dinyatakan dalam IC_{50} (*Inhibitory Concentration*), dimana IC_{50} merupakan angka yang menunjukkan konsentrasi sampel (ppm) yang mampu mereduksi radikal bebas sebesar 50%. Semakin rendah nilai IC_{50} maka aktivitas reduksi radikal bebas semakin besar. Semakin tinggi nilai IC_{50} maka aktivitas reduksi radikal bebas semakin rendah. Aktivitas antioksidan tergolong sangat kuat, kuat, sedang, lemah, dan sangat lemah. Suatu antioksidan dikatakan sangat kuat jika mempunyai nilai IC_{50} kurang dari 50 g/ml, kuat jika mempunyai nilai IC_{50} 50-100 g/ml, sedang jika mempunyai nilai IC_{50} 100-150 g/ml. ml, dan lemah jika mempunyai nilai IC_{50} 100-150 g/ml. Kategori antioksidan dengan IC_{50} 150-200 g/ml dan nilai IC_{50} lebih besar dari 200 g/ml dianggap sangat lemah (Yuniarti *et al.* 2020).

Tabel 3. Aktivitas antioksidan garam rumput laut

Jenis Garam Rumput Laut	Metode Pengujian Antioksidan				Referensi
	DPPH IC_{50} (ppm)	CUPRAC (µmol asam askorbat/g)	ABTS IC_{50} (ppm)	FRAP (µM trolox/g)	
Garam *Sargassum polycystum* + residu garam (1:1)	66,69	8,91	-	-	Nurjanah *et al.* (2022)
Garam *Sargassum sp.*	153,32	-	-	-	Alfath (2020)
Garam *Sargassum sp.* + genjer (1:1)	73,99	-	-	-	Abdullah *et al.* (2022)
Garam *Sargassum polycystum*	-	27,65	144,41	-	Nurjanah *et al.* (2021)
Garam *Sargassum polycystum* + karbon aktif 1,5%	201,00	-	-	-	Manteu *et al.* (2021)
Garam *Padina minor* + karbon aktif 1%	111,39	-	-	-	Manteu *et al.* (2021)
Garam *Turbinaria conoides*	-	113,95	-	55,31	Abdullah dan Diachanty (2020)
Garam *Padina minor*		24,67		53,05	Abdullah dan Diachanty (2020)
Garam *Ulva lactuca*	110,49	20,29	-	-	Rahmawati (2020)
Garam *Ulva lactuca* + residu garam (1:2)		9,58	112,39		Jundulloh (2021)
Garam *Caulerpa lentilifera* + arang aktif	927,32	-	-	-	Kurniawan (2019)
Garam *Chaetomorpha*	-	59,20	96,6	-	Alfarizi (2022)

Uji kapasitas antioksidan pereduksi tembaga (CUPRAC) secara konseptual mirip dengan uji kekuatan antioksidan pereduksi besi (FRAP). Pengujian ini didasarkan pada reduksi Cu(II) menjadi Cu(I) dengan adanya ligan penstabil Cu(I) neokuproin (2,9-dimetil-1,10-fenantrolin) (Moreno *et al.* 2020). Prinsip kerja pengujian aktivitas antioksidan metode FRAP (*Ferric Reducing Ability Plasma*) yaitu dalam metode ini, evaluasi aktivitas antioksidan ditandai dengan perhitungan campuran pH rendah (asam) dari besi (III) dan reduksi 2,3,5-trifenil-1,3,4-triazazoniacyclopenta-1,4- dienklorida (TPTZ) menjadi bentuk besi (II), yang mengubah warna larutan ungu menjadi biru (Romulo 2020). Semakin tinggi nilai yang dihasilkan pada pengujian aktivitas antioksidan dengan metode CUPRAC atau FRAP maka aktivitas antioksidannya pun semakin tinggi, begitu pula sebaliknya, semakin rendah nilai yang dihasilkan maka aktivitas antioksidannya pun semakin rendah (Christodoulou *et al.* 2022).

Menurut Diachanty (2018), peningkatan nilai aktivitas antioksidan DPPH dan penurunan aktivitas antioksidan pada garam fungsional dapat disebabkan oleh pengaruh suhu dan waktu pemanasan pada saat pembuatan garam fungsional. Villaverde *et al.* (2019), melaporkan bahwa keseimbangan antioksidan alami dalam makanan lebih efektif mencegah hipertensi dibandingkan suplemen, yang dapat menyebabkan kelebihan antioksidan dan ketidakseimbangan sistem antioksidan kompleks.

IV. KESIMPULAN

Kelimpahan jenis rumput laut seperti rumput laut coklat, hijau ataupun merah yang dapat berpotensi dijadikan sebagai garam rumput laut dengan kandungan rendah logam berat sehingga mampu terhindar dari keracunan. Komposisi mineral dalam garam rumput laut yang dapat berperan baik dalam menjaga tubuh dari segala penyakit seperti kardiovaskular, hipertensi dan lainnya. Garam rumput laut juga memiliki potensinya sebagai aktivitas antioksidan yang berfungsi dalam menangkap radikal bebas sehingga metabolisme dalam tubuh manusia tidak terganggu.

DAFTAR PUSTAKA

[BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2016. Garam Konsumsi Beriodium SNI-3556-2016. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

Abdel-Latif HM, Dawood MA, Alagawany M, Faggio C, Nowosad J, Kucharczyk D. 2022. Health benefits and potential applications of fucoidan (FCD) extracted from brown seaweeds in aquaculture: An updated review. *Fish & shellfish immunology*. *122*: 115-130. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.01.039.

Abdullah A, Diachanty S. 2020. Characteristics of Turbinaria conoides and Padina minor as raw materials for healthy seaweed salt. *Pharmacognosy Journal*. *12*(3): 624-629.

Abdullah A, Jacoeb AM, Prameswari DK, Seulalae AV. 2022. Effect of the ratio Limnocharis sp. and Sargassum sp. on the characteristics of seaweed salt. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1033(1): 1-11.

Alfarizi S. 2022. Pengaruh Jenis Rumput Laut Hijau (*Ulva lactuca* dan *Chaetomorpha sp.*) Terhadap Karakteristik Garam Rumput Laut [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Kota Bogor.

Alfath AY. 2020. Karakteristik Rumput Laut Coklat *Sargassum sp.* Sebagai Sediaan Bahan Baku Pembuatan Garam Rumput Laut Fungsional [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Kota Bogor.

Begum R, Howlader S, Mamun-Or-Rashid ANM, Rafiquzzaman S, Ashraf GM, Albadrani GM, Uddin MS. 2021. Antioxidant and signal-modulating effects of brown seaweed-derived

compounds against oxidative stress-associated pathology. *Oxidative Medicine and cellular longevity*. *2021*: 1-22.

Christodoulou MC, Orellana Palacios JC, Hesami G, Jafarzadeh S, Lorenzo JM, Domínguez R, Hadidi M. 2022. Spectrophotometric methods for measurement of antioxidant activity in food and pharmaceuticals. *Antioxidants 11*(11): 2213.

Destri N, Hayulita S, Cania GP. 2018. Pengaruh Pemberian Seduhan Parutan Kunyit Terhadap Tekanan Darah Pada Lansia Dengan Hipertensi Di Kelurahan Tarok Dipo Wilayah Kerja Puskesmas Guguak Panjang Kota Bukittinggi Tahun 2018. *Afiyah*. *5*(2): 22-27.

Diachanty S. 2018. Karakteristik Dan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut Cokelat (*Sargassum polycystum*, *Padina minor* dan *Turbinaria conoides*) Sebagai Bahan Baku Sediaan Garam Fungsional [Tesis]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Kota Bogor.

Filippini M, Baldisserotto A, Menotta S, Fedrizzi G, Rubini S, Gigliotti D, Vertuani S. 2021. Heavy metals and potential risks in edible seaweed on the market in Italy. *Chemosphere*. *263*: 1-9.

Habeebullah SFK, Alagarsamy S, Sattari Z, Al-Haddad S, Fakhraldeen S, Al-Ghunaim A, Al-Yamani F. 2019. Enzyme-assisted extraction of bioactive compounds from brown seaweeds and characterization. *Journal of applied phycology*. *32*: 615-629. https://doi.org/10.1007/s10811-019-01906-6 .

Jacoeb AM, Nurjanah, Ramlan, Abdullah A. 2020. Penambahan genjer (*Limnocharis flava*) pada pembuatan garam rumput laut hijau untuk penderita hipertensi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, *23*(3): 459-469.

Karatela S, Paterson J, Ward NI. 2017. Domain specific effects of postnatal toenail methylmercury exposure on child behaviour. *Journal of trace elements in medicine and biology*. *41*: 10-15.

Kasmiati K, Syahrul S, Badraeni B, Rahmi MH. 2022. Proximate and mineral compositions of the green seaweeds Caulerpa lentilifera and Caulerpa racemosa from South Sulawesi Coast, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1119(1): 1-13.

Kumar Y, Tarafdar A, Badgujar PC. 2021. Seaweed as a source of natural antioxidants: Therapeutic activity and food applications. *Journal of Food Quality*. *2021:* 1-17.

Kurniawan R, Nurjanah JA, Abdullah A, Pertiwi RM. 2019. Karakteristik garam fungsional dari rumput laut hijau Ulva lactuca. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. *22*(3): 573-580.

Kurniawan R. 2021. Arang Aktif dan Asap cair Sebagai Penetral Bau Pada Pembuatan Garam Rumput Laut Hijau (*Ulva lactuca* dan *Caulerpa* lentilifera) [Tesis]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Kota Bogor.

Laily WN, Izzati M, Haryanti S. 2019. Kandungan mineral dan logam berat pada garam yang diekstrak dari rumput laut Sargassum sp. menggunakan metode dibilas dan direndam. *Jurnal Pro-Life*. *6*(3): 274-285.

Lekamge S, Miranda AF, Trestrail C, Pham B, Ball AS, Shukla R, Nugegoda D. 2019. The toxicity of nonaged and aged coated silver nanoparticles to freshwater alga Raphidocelis subcapitata. *Environmental Toxicology and Chemistry*. *38*(11): 2371-2382.

Magnusson M, Carl C, Mata L, de Nys R, Paul NA. 2016. Seaweed salt from Ulva: a novel first step in a cascading biorefinery model. *Algal Research*. *16*: 308-316.

Manteu SH, Nurjanah, Abdullah A, Nurhayati T, Seulalae AV. 2021. Efektivitas Karbon Aktif dalam Pembuatan Garam Rumput Laut Cokelat (*Sargassum polycystum* dan *Padina minor*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. *24*(3): 407-415.

Moreno MT, Brito RE, Mellado JMR. 2020. Modified CUPRAC method with electrochemical detection for the determination of antioxidant capacity of gallic acid. *Comptes Rendus. Chimie*. *23*(6-7): 395-401.

Muñoz IL, Díaz NF. 2020. Minerals in edible seaweed: Health benefits and food safety issues. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. *62*(6): 1592-1607.

Negahdari S, Sabaghan M, Pirhadi M, Alikord M, Sadighara P, Darvishi M, Nazer M. 2021. Potential harmful effects of heavy metals as a toxic and carcinogenic agent in marine food-an overview. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*. *52*(3): 379-385.

Notowidjojo L, Ascobat P, Bardosono S, Tjahjana J. 2021. The potential of seaweed salt as an alternative low natrium salt: safety and sensory test. *World Nutrition Journal*. *5*(1): 47-52.

Nufus C, Abdullah A, Nurjanah. 2019. Characteristics of green seaweed salt as alternative salt for hypertensive patients. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 278(1): 1-7.

Nurjanah N, Abdullah A, Nufus C. 2018. Karakteristik sediaan garam Ulva lactuca dari perairan sekotong Nusa Tenggara Barat bagi pasien hipertensi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. *21*(1): 109-117.

Nurjanah, Abdullah A, Darusman HS, Diaresty JVG, Seulalae AV. 2021. The antioxidant activity of seaweed salt from Sargassum polycystum in Sprague-Dawley male white rats. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. *12*(4): 2601-2609.

Nurjanah, Abdullah A, Rahmadhani A, Seulalae AV. 2022. Antioxidant activity and combination characteristics of filtrates and Sargassum polycystum seaweed salt residue. *Kuwait Journal of Science*, *49*(3): 1-14.

Rahmawati KD. 2020. Aktivitas Antioksidan Garam Rumput Laut *Ulva lactuca* Pada Tikus Putih *Sprangue-Dawley* [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Kota Bogor.

Rahmi H. 2017. Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Sumber Buah-buahan di Indonesia. Jurnal Agrotek Indonesia (Indonesian Journal of Agrotech). 2(1): 34-38.

Romulo A. 2020. The principle of some in vitro antioxidant activity methods. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 426(1): 1-7.

Sari NI, Sidauruk SW, Ananda NT, Leksono T. 2023. Valorization of mangrove leaves (*Sonneratia alba*) based on leaf age as a functional salt preparation. *Kuwait Journal of Science*. 1-5.

Segawa K, Kikuchi A, Noji T, Sugiura Y, Hiraga K, Suzuki C, Nagata S. 2021. A sublethal ATP11A mutation associated with neurological deterioration causes aberrant phosphatidylcholine flipping in plasma membranes. *The Journal of Clinical Investigation*. *131*(18).

Seulalae AV. 2023. Potensi Pencegah Hipertensi Dan Profil Sensori Garam Rumput Laut *Sargassum polycystum* dan *Ulva lactuca* [Tesis]. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Kota Bogor.

Valentino G, Hernández C, Tagle R, Orellana L, Adasme M, Baraona F, Acevedo M. 2020. Urinary sodium-to-potassium ratio and body mass index in relation to high blood pressure in a national health survey in Chile. *The*

Journal of Clinical Hypertension. *22*(6): 1041-1049.

Villaverde P, Lajous M, MacDonald CJ, Fagherazzi G, Bonnet F, Boutron-Ruault MC. 2019. High dietary total antioxidant capacity is associated with a reduced risk of hypertension in French women. *Nutrition journal*. *18*: 1-10.

Yuniarti R, Nadia S, Alamanda A, Zubir M, Syahputra RA, Nizam M. 2020. Characterization, phytochemical screenings and antioxidant activity test of kratom leaf ethanol extract (*Mitragyna speciosa Korth*) using DPPH method. Journal of Physics: Conference Series. 1462(1): 1-7.