

PENAMBAHAN GENJER (*Limnocharis flava*) PADA PEMBUATAN GARAM RUMPUT LAUT HIJAU UNTUK PENDERITA HIPERTENSI

Nurjanah*, Agoes Mardiono Jacob, Ramlan, Asadatun Abdullah

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University
Bogor 16680 Jawa Barat, Telepon (0251) 8622909-8622906, Faks. (0251) 8622915

Diterima: 08 September 2020/Disetujui: 03 November 2020

Korespondensi: nurjanahthp@gmail.com

Cara sitasi: Nurjanah, Jacob AM, 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.

Abstrak

Rumput laut hijau jenis *Ulva lactuca* dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan garam rumput laut. Garam rumput laut rendah natrium dan tinggi kalium menjadi alternatif mengurangi penyakit hipertensi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah/rasio penambahan genjer (*Limnocharis flava*) dalam menghasilkan garam rumput laut yang sesuai standar garam diet untuk penderita hipertensi. Parameter yang dianalisis adalah komposisi mineral, kadar natrium klorida (NaCl), aktivitas dan kapasitas antioksidan serta cemaran logam berat. Pembuatan garam rumput laut dilakukan dengan cara mencampurkan bahan baku dengan akuades perbandingan 1:10, dan dipanaskan pada suhu 40 °C selama 10 menit, filtrasi pada suhu 60 °C selama 30 jam. Ekstrak *U. lactuca* mengandung IC₅₀ 48,64 ppm (DPPH) dan kapasitas antioksidan 246,92 µmol/g (CUPRAC). Garam *U. lactuca* menghasilkan rendemen 32,36%, rasio Na:K 1,49; NaCl 23,90%, aktivitas antioksidan 93,24 ppm (DPPH), dan kapasitas antioksidan 129,15 µmol/g (CUPRAC). Setelah ditambahkan genjer (1:1) dihasilkan rendemen 22,78%, rasio Na:K 0,59; NaCl 21,05%, aktivitas antioksidan 118,87 ppm (DPPH), dan kapasitas antioksidan 104,07 µmol/g (CUPRAC). Penambahan genjer sebesar 50% dapat menurunkan rasio Na:K menjadi 0,59 demikian juga dengan kadar NaCl, dengan aktivitas dan kapasitas antioksidan mengalami penurunan relatif kecil.

Kata kunci : CUPRAC, DPPH, mineral, natrium klorida

Yellow Velvetleaf (Limnocharis flava) Fortification in Ulva lactuca Seaweed Salt Production for Hypertensive Patients

Abstract

Ulva lactuca can be utilized as a raw material for seaweed salt production. The seaweed salt with low sodium and high potassium could be used as an alternative to regular table salt for hypertensive patient. This research was aimed to determine the amount/ratio of the addition of *L. flava* in production of seaweed salt according to dietary salt standards for hypertensive patients. The analyzed parameters were mineral composition, NaCl content, heavy metal content, and antioxidant activity of salt *U. lactuca* seaweed and addition of *L. flava*. The production of seaweed salt started with mixing the seaweed flour with water (1:10), heated in water bath shaker at 40 °C for 10 min, and then subsequently dried at 60 °C for 30 h. The *U. lactuca* extract had IC₅₀ 48.64 ppm (DPPH) and antioxidant capacity 246.92 (CUPRAC). The *L. flava* extract had IC₅₀ 138.86 ppm, and antioxidant capacity 116.92 µmol/g. The *U. lactuca* salt resulted in a yield 32.36%, ratio of Na:K 1.49, NaCl 23.90%, antioxidant activity 93.24 ppm (DPPH), and antioxidant capacity 129.15 µmol/g (CUPRAC). The *U. lactuca*:*L. flava* (1:1) salt resulted in a yield 22.78% , a ratio of Na:K 0.59, NaCl 21.05% , antioxidant activity 118.87 ppm (DPPH), and antioxidant capacity 104.07 µmol/g (CUPRAC). The addition of *L. flava* reduced the Na:K ratio to 0.59 as well as the NaCl levels with relatively small decrease in antioxidant activity and capacity.

Keywords: CUPRAC, DPPH, minerals, sodium chloride

PENDAHULUAN

Rumput laut hijau memiliki kelimpahan yang sangat tinggi, khususnya spesies *Ulva* sp. yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan abalon (Giri *et al.* 2015), penganan atau kudapan berupa peyek *Ulva* dan keripik *Ulva* (Perez *et al.* 2016, Nurjanah *et al.* 2018). Rumput laut hijau *U. lactuca* dapat dimanfaatkan sebagai pangan olahan nori (Zakariah *et al.* 2017), antibakteri, antiviral, antidiabetes, antiproliferasi, antikoagulan, dan antiinflamasi (Nehal 2014), antikanker (Arsianti *et al.* 2016), dan produksi bioetanol (Sayed *et al.* 2016). *U. lactuca* juga berpotensi sebagai pakan juvenil udang windu hitam (*Penaeus monodon*) (Serrano *et al.* 2015), penghasil bahan bakar terbarukan (Allen *et al.* 2013). Spesies rumput laut *U. lactuca* dan *U. armoricana* dapat dimanfaatkan dalam bidang kosmetik sebagai pembentuk gel, pelembap, antioksidan, dan *chelating agent* (Oktarina 2017).

Hipertensi tergolong sebagai tekanan darah tinggi, dengan tekanan sistolik yang menetap di atas 140 mmHg dan tekanan diastolik yang menetap di atas 90 mmHg. Hipertensi tergolong penyakit yang dapat dicegah dengan mengendalikan faktor risiko yang sebagian besar merupakan faktor perilaku dan kebiasaan hidup (Saputra dan Anam 2016). Penyebab hipertensi salah satunya adalah konsumsi makanan yang memiliki kandungan natrium tinggi. Garam konsumsi beriodium menurut SNI 3556:2016 merupakan garam yang memiliki kandungan NaCl minimum 94%. Pencegahan penyakit hipertensi ini diperlukan diet garam dengan kadar NaCl maksimum 60% (PERMENPERIN 2014).

Rumput laut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan garam rumput laut (Magnusson *et al.* 2016; Nurjanah *et al.* 2018; Kurniawan *et al.* 2019; Nufus *et al.* 2019; Nurjanah *et al.* 2020). Garam rumput laut yang dihasilkan masih memiliki rasio Na:K yang tinggi. Rasio mineral Na:K ideal untuk diet garam penyakit hipertensi berkisar 0,3–1 (Magnusson *et al.* 2016). Nufus *et al.* (2019) melaporkan bahwa garam rumput laut dengan perlakuan pemanasan suhu 40, 55, dan 70 °C selama 10 dan 30 menit yang menggunakan *Caulerpa lentilifera* menghasilkan rasio

Na:K 7,50-19,08, dan *Halimeda opuntia* menghasilkan rasio Na:K 7,12–9,45. Hasil penelitian Nurjanah *et al.* (2018) yang menggunakan rumput laut *U. lactuca* pada perlakuan pemanasan suhu 40, 55, dan 70°C selama 10 dan 30 menit menghasilkan rasio Na:K 2,95-3,88. Kurniawan *et al.* (2019) dalam penelitiannya terhadap sampel *U. lactuca* dengan perlakuan penambahan arang aktif pada konsentrasi 0,5; 0,75; 1; 1,25; dan 1,5% memperoleh rasio Na:K garam rumput laut 2,03-3,94. Angka ini belum memenuhi standar rasio Na:K untuk konsumsi manusia sebagai garam diet bagi penderita hipertensi.

Penurunan terhadap rasio mineral Na:K garam rumput laut yang tinggi dapat dilakukan dengan penambahan bahan baku lain yang memiliki kandungan kalium tinggi dan natrium rendah. Bahan baku yang dapat ditambahkan dalam pembuatan garam rumput laut adalah tanaman genjer. Nurjanah *et al.* (2014) melaporkan bahwa tanaman genjer memiliki kandungan kalium 6.786,18 mg/100 g dan natrium 574,34 mg/100 g. Kandungan kalium yang tinggi dan natrium yang rendah pada genjer diduga dapat menurunkan rasio Na:K yang tinggi pada garam rumput laut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terhadap penambahan genjer dalam pembuatan garam rumput laut *U. lactuca* sehingga mampu menurunkan rasio Na:K. Tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah/rasio penambahan genjer dalam menghasilkan garam rumput laut yang sesuai standar garam diet untuk penderita hipertensi.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut *U. lactuca* yang diperoleh dari Pantai Cibuaya, Desa Ujung Genteng, Kecamatan Ciracap, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat dan tanaman genjer yang diperoleh dari Desa Harumsari, Kecamatan Cipanas, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Bahan lain yang digunakan terdiri dari H₂SO₄ (Merck), HNO₃ (Merck), akuades, HCl (Merck), etanol *grade pro analys* (PA) 99,9% (Merck), asam askorbat (Merck),

Neocuproine (Sigma-Aldrich), $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, amonium asetat, dan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-Aldrich).

Alat yang digunakan terdiri dari timbangan analitik tipe 21 0-LC (Adam, Amerika Serikat), AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometer*) (Shimatzu AA-700), spectro UV-Vis RSS spectrophotometer (UV-2500), dan oven (Memmert, Jerman).

Metode Penelitian

Penelitian ini meliputi pengambilan dan preparasi sampel rumput laut *U. lactuca* dan genjer. Tahapan selanjutnya yaitu pengeringan, penghalusan, dan ekstraksi rumput laut *U. lactuca* dan genjer, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan garam rumput laut *U. lactuca* dan *U. lactuca* : *L. flava* (1:1). Preparasi sampel dilakukan dengan membersihkan *U. lactuca* dari pasir, kotoran, dan tumbuhan lain yang menempel menggunakan air laut, sedangkan genjer dibersihkan menggunakan air dari tanah, kotoran, dan organisme lain yang menempel. Sampel selanjutnya dikeringanginkan selama 5 hari dan dehidrator suhu 40°C selama 4 jam, dihaluskan menggunakan blender selama ± 30 detik. Pembuatan garam rumput laut mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Magnusson *et al.* (2016). Pembuatan garam rumput laut terdiri dari *U. lactuca* dan *U. lactuca* : *L. flava* (1:1). Penggunaan tepung rumput laut sebanyak 60 g ditambah akuades dengan konsentrasi 1:10. Campuran dipanaskan di *waterbath shaker* suhu 40°C selama 10 menit, disaring dengan *double filter* yaitu dengan kain belacu ukuran 500 mesh dan kertas saring (Whatman 42) ukuran $0,45\ \mu\text{m}$ dikeringkan menggunakan oven listrik suhu 60°C selama 30 jam. Garam rumput laut dianalisis rendemen, komposisi mineral, rasio Na:K, kadar logam berat, kadar NaCl, aktivitas antioksidan (DPPH), dan kapasitas antioksidan (CUPRAC).

Analisis rendemen

Perhitungan nilai rendemen diperoleh dari perbandingan total ekstrak dan garam rumput laut yang dihasilkan dengan jumlah bahan baku yang digunakan. Perhitungan rendemen bertujuan untuk menghitung

persentase ekstrak kasar dan garam rumput laut yang diperoleh.

Analisis mineral dan residu logam berat

Analisis mineral dan logam berat mengacu pada AOAC (2005). Pengujian mineral terdiri atas kalsium (Ca), natrium (Na), magnesium (Mg), kalium (K), dan besi (Fe) serta kadar logam berat timbel (Pb), merkuri (Hg), arsen (As), dan kadmium (Cd). Pengujian dilakukan dengan menimbang sampel sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambah 5 mL HNO_3 , kemudian campuran didiamkan selama 1 jam pada suhu ruang di ruang asam, dipanaskan dengan *hot plate* dengan suhu 120°C selama 4 jam, selanjutnya ditambah 0,4 mL H_2SO_4 dan dipanaskan di atas *hot plate* ± 1 jam. Campuran selanjutnya ditambah 2–3 tetes larutan campuran HCl dan HNO_3 dengan perbandingan 2:1 hingga campuran berubah warna dari cokelat ke kuning tua dan berubah menjadi kuning muda, setelah ada perubahan warna, pemanasan masih dilanjutkan selama 10–15 menit. Sampel dipindahkan, kemudian didinginkan dan ditambah 2 mL akuades dan 0,6 mL HCl. Campuran dipanaskan kembali selama ± 15 menit agar dapat larut, larutan hasil pengabuan basah ditera ke dalam labu takar 100 mL menggunakan air demineral. Hasil pengabuan basah selanjutnya dianalisis dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Panjang gelombang mineral kalsium 422,7 nm; natrium 589,6 nm; magnesium 285,2 nm; kalium 766,5 nm; besi 248,3 nm; dengan limit deteksi berturut-turut 1,77; 0,10; 0,06; 0,18; dan 0,17 mg/kg. Panjang gelombang logam berat Pb 283,3 nm; Hg 253,6 nm; As 193,7 nm; dan Cd 228,8 nm; dengan limit deteksi masing-masing 0,004; 0,004; 0,002; dan 0,004 mg/kg.

Analisis kadar NaCl modifikasi metode Mohr

Analisis kadar NaCl mengacu pada Day dan Underwood (1989). Prinsip analisis NaCl (%) yaitu sampel kering hasil pengabuan dititrasi menggunakan perak nitrat. Ion-ion perak mengendap sebagai perak klorida hingga habis dan kelebihan perak diukur

dengan kalium kromat. Sampel 5 g diabukan seperti pengabuan kadar abu, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, ditambah larutan kalium kromat 5% sebanyak 1 mL, lalu dititrasi menggunakan larutan perak nitrat 0,1 M hingga berubah warna menjadi orange atau jingga. Persentase NaCl dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{NaCl (\%)} = \frac{T \times N \times 5,85}{W}$$

Keterangan:

T = mL titrasi

N = normalitas perak nitrat

W = berat sampel (g)

Analisis aktivitas antioksidan (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (modifikasi Blois *et al.* 1958)

Pengujian aktivitas antioksidan dimodifikasi dari Blois *et al.* (1958) pada beberapa konsentrasi ekstrak kasar yakni 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm dengan asam askorbat (vitamin C) pada konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm sebagai standar. Larutan dibuat dengan mereaksikan 4,5 mL ekstrak sampel yang telah diencerkan dengan etanol, kemudian ditambah 0,5 mL DPPH, selanjutnya dihomogenkan menggunakan vortex 30 detik. Campuran diinkubasi pada ruang gelap suhu ruang selama 30 menit, selanjutnya absorbansinya diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Blangko dibuat dengan menambahkan 4,5 mL pelarut etanol dengan 0,5 mL larutan DPPH. Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam persentase pengikatan radikal bebas yang dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Inhibisi (\%)} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Analisis kapasitas antioksidan Cupric Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC) (modifikasi Apak *et al.* 2007)

Pengujian kapasitas antioksidan metode CUPRAC dilakukan dengan mencampurkan 0,3 mL ekstrak sampel dengan 1 mL $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,01 M; 1 mL neokuproin etanolik 0,0075 M; 1 mL bufer amonium asetat pH 7 1 M;

dan 0,8 mL akuades. Volume larutan yang diperoleh sebesar 4,1 mL, campuran sampel dan reagen dihomogenkan menggunakan vortex, kemudian diinkubasi pada suhu ruang dan kondisi gelap selama 30 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 450 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kurva standar menggunakan asam askorbat dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm. Nilai absorbansi selanjutnya dikonversi ke dalam kapasitas antioksidan yang dinyatakan dalam μmol asam askorbat/g.

HASIL DAN PEMBAHASAN Rendemen Garam Rumput Laut

Analisis rendemen pada garam rumput laut bertujuan untuk melihat bobot akhir yang diperoleh dari perlakuan yang diberikan. Pembuatan garam rumput laut dilakukan dengan dua perlakuan yaitu *U. lactuca* dan *U. lactuca* : *L. flava* (1:1). Rendemen garam rumput laut yang dihasilkan pada kedua perlakuan memiliki perbedaan. Hasil rendemen garam rumput laut dapat dilihat pada *Tabley1*.

Table 1 Yield of Seaweed Salt

Sample	Yield
<i>U. lactuca</i>	32.36±1.89 ^a
<i>U. lactuca</i> : <i>L. flava</i> (1:1)	22.78±0.13 ^a

Hasil menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berbeda nyata dilihat dari nilai $p < 0,05$; sehingga perbedaan kombinasi rumput laut *U. lactuca* dan genjer berpengaruh terhadap karakteristik rendemen garam rumput laut yang dihasilkan. Rendemen garam rumput laut *U. lactuca* yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan rendemen garam rumput laut *U. lactuca* : *L. flava* (1:1). Hal ini diduga disebabkan oleh kadar serat kasar yang tinggi pada genjer, sehingga *U. lactuca* yang ditambah dengan *L. flava* akan menjadi kental setelah dicampur dengan akuades, diduga pektin mengikat akuades sehingga larutan menjadi kental dan filtrat garam yang keluar tidak maksimal. Pembuatan garam rumput laut dilakukan dengan mengeringkan filtratnya, sehingga menghasilkan rendemen yang lebih sedikit dibandingkan dengan garam *U. lactuca*.

Penambahan genjer pada pembuatan garam *U.lactuca* dapat menurunkan nilai rendemen garam yang dihasilkan. Perbedaan rendemen garam rumput laut yang dihasilkan juga diduga terjadi karena proses penyaringan filtrat yang dilakukan tidak berhasil menyaring semua demikian juga proses penggerusan garam yang tidak sempurna. Nurjanah *et al.* (2018) meneliti rumput laut *U. lactuca* yang dipanaskan pada *waterbath shaker* suhu (40, 55, dan 70 °C) selama 10 dan 30 menit dan pengovenan selama 24 jam menghasilkan rendemen garam rumput laut 24,47–27,13%. Penelitian ini yang menggunakan *U. lactuca* yang berasal dari Ujung Genteng mempunyai rendemen lebih yaitu mencapai 32,36%.

Komposisi Mineral Garam Rumput Laut

Analisis komposisi mineral garam rumput laut dilakukan untuk menentukan kandungan mineral yang terdapat pada garam rumput laut *U. lactuca* dan *U. lactuca : L. flava* (1:1). Analisis komposisi mineral yang dilakukan pada garam rumput laut meliputi Ca, Na, Mg, K, dan Fe. Komposisi mineral dari garam rumput laut *U. lactuca* dan *U. lactuca : L. flava* (1:1). dapat dilihat pada *Table 2*.

Table 2 Mineral Composition of Seaweed Salt

Mineral (mg/g)	<i>U. lactuca</i>	<i>U. lactuca:L. flava</i> (1:1)
Ca	4.72±0.05 ^a	2.48±0.21 ^b
Na	83.88±0.16 ^a	67.71±0.83 ^b
Mg	2.30±0.12 ^a	1.87±0.04 ^b
K	56.21±1.44 ^b	115.87±1.29 ^a
Fe	0.05±0.01 ^a	0.04±0.01 ^a
Na:K	1.49±0.04 ^a	0.59±0.01 ^b

Hasil uji menunjukkan bahwa kadar mineral Ca, Na, Mg, K, dan rasio Na:K memiliki nilai $p < 0,05$; sehingga perbedaan kombinasi rumput laut *U. lactuca* dan genjer berpengaruh terhadap karakteristik mineral Ca, Na, Mg, K, dan rasio Na:K garam rumput laut yang dihasilkan. Kadar mineral Fe tidak berbeda nyata karena nilai $p > 0,05$, sehingga perbedaan kombinasi rumput laut *U.lactuca* dan genjer tidak berpengaruh terhadap

karakteristik mineral Fe garam rumput laut yang dihasilkan.

Beberapa dugaan terjadinya penurunan Na dan peningkatan K pada garam campuran rumput laut dan genjer karena genjer mengandung K yang lebih tinggi yaitu $115,7 \pm 1,29$ ppm, sehingga secara proporsional akan terjadi penurunan Na. Rasio Na:K yang dihasilkan garam *Ulva lactuca* 1,49; sedangkan pada garam *U. lactuca : L. flava* (1:1) 0,59. Rasio mineral Na:K pada garam *U. lactuca* lebih tinggi dibandingkan dengan garam *U. lactuca : L. flava* (1:1), dengan demikian pencampuran genjer pada garam rumput laut dapat menurunkan rasio Na:K dari 1,49 menjadi 0,59.

Mineral memiliki peranan yang sangat penting bagi tubuh. Mineral kalsium berperan dalam pembentukan tulang dan gigi, proses fisiologis, dan biokimia dalam tubuh. Mineral kalsium dalam cairan ekstraseluler dan intraseluler berperan dalam mengatur fungsi sel, seperti transmisi saraf, kontraksi otot, penggumpalan darah dan menjaga membran sel (Pujiastari *et al.* 2015). Kandungan mineral natrium berperan menjaga keseimbangan cairan, osmotik, dan asam basa (Laily *et al.* 2019). Mineral natrium juga berfungsi untuk transmisi impuls saraf dan fungsi sel normal (Nurjanah *et al.* 2013). Fungsi metabolisme tubuh magnesium meliputi proses sintesis protein, fungsi saraf dan otot, kontrol kadar glukosa darah, dan pengontrol tekanan darah (Saidah dan Yusup 2016). Mineral kalium berfungsi sebagai kation sel, pengatur osmotik cairan, dan keseimbangan asam basa (Gunawan *et al.* 2016). Zat gizi besi dalam tubuh memiliki peranan penting dalam reaksi biokimia yaitu memproduksi sel darah merah (Nurjanah *et al.* 2013).

Rasio mineral Na:K garam rumput laut untuk konsumsi manusia sebagai garam diet bagi penderita hipertensi adalah 0,3–1 (Magnusson *et al.* 2016). Rasio Na:K pada garam *U. lactuca* mendekati kisaran yang sesuai dengan garam diet untuk penderita hipertensi, sedangkan rasio Na:K garam *U. lactuca : L. flava* (1:1) sudah mencapai kisaran yang sesuai dengan asupan kebutuhan manusia. Nurjanah *et al.* (2018) melaporkan

bahwa rasio mineral Na:K pada garam rumput laut *U. lactuca* dengan perlakuan suhu 40, 55, dan 70 °C selama 10 dan 30 menit yakni 2,95–3,88. Penelitian Magnusson *et al.* (2016) terhadap sampel *U. onhoi* dan *U. tepida* yang dipanaskan pada suhu 25 dan 40 °C selama 10, 30, dan 24 jam memperoleh rasio Na:K 1,1–3,2. Angka ini mendekati kisaran kebutuhan asupan Na:K untuk konsumsi manusia yaitu 0,3–1.

Kandungan mineral natrium dan kalium memiliki peranan yang berlawanan, yaitu natrium memiliki kemampuan untuk menaikkan tekanan darah, sedangkan kalium menurunkannya, sehingga asupan natrium dan kalium dalam tubuh manusia harus seimbang (Destri *et al.* 2018). Natrium memiliki hubungan yang sebanding dengan timbulnya hipertensi. Semakin banyak jumlah natrium dalam tubuh, maka akan terjadi peningkatan volume plasma, curah jantung, dan tekanan darah. Konsumsi kalium dalam jumlah yang tinggi memiliki peranan untuk melindungi individu dari hipertensi. Asupan kalium yang tinggi dapat menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik (Mulyati *et al.* 2011).

Mekanisme kalium dapat menurunkan tekanan darah dengan pelebaran pembuluh darah, sehingga menyebabkan retensi perifer total turun dan meningkatkan *output* jantung. Konsumsi mineral kalium yang banyak akan meningkatkan konsentrasinya di dalam cairan intraseluler, sehingga cenderung menarik cairan dari bagian ekstraseluler dan menurunkan tekanan darah (Fitri *et al.* 2018).

Kadar Logam Berat Garam Rumput Laut

Analisis kadar logam berat yang dilakukan bertujuan untuk menentukan residu logam berat yang terdapat pada garam rumput laut. Pengujian kadar logam berat dilakukan pada

garam rumput laut *U. lactuca* dan *U. lactuca: L. flava* (1:1) yang meliputi timbel (Pb), merkuri (Hg), arsen (As), dan kadmium (Cd). Kadar logam berat pada garam rumput laut dapat dilihat pada *Table 3*.

Hasil uji menunjukkan bahwa kadar logam berat Cd berbeda nyata, karena nilai $p < 0,05$; sehingga perbedaan kombinasi rumput laut *U. lactuca* dan genjer berpengaruh terhadap karakteristik kadar logam berat Cd garam rumput laut yang dihasilkan. *Table 3* menunjukkan bahwa logam berat timbal, merkuri, dan arsen tidak terdeteksi pada kedua sampel garam. Logam berat kadmium terdeteksi pada kedua sampel masing-masing 0,15 mg/kg dan 0,05 mg/kg, serta tidak melebihi batas konsumsi. Batas maksimum logam berat kadmium (Cd) pada konsumsi garam berdasarkan SNI 3556:2016 yaitu 0,5 mg/kg (BSN 2016).

Residu logam berat yang rendah pada garam rumput laut diduga karena bahan baku dilarutkan dalam akuades, sehingga yang hanya terlarut dalam akuadeslah yang menjadi garamnya. Kecuali dalam proses penyaringan terbawa residu dalam ukuran kecil sehingga kemungkinan terikat, namun ini tidak terbawa sehingga penurunan logam beratnya besar. Logam berat Pb, Hg, As, dan Cd biasanya terikat dalam struktur jaringan, sehingga sulit lepas dan kemungkinan masih berada dalam residu garam yang dihasilkan.

Logam berat yang masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan, dapat berubah fungsi menjadi racun bagi tubuh jika terakumulasi dalam jangka panjang (Sinulingga *et al.* 2015). Logam berat timbal memiliki toksisitas yang tinggi terhadap manusia karena dapat merusak perkembangan otak anak-anak, pertumbuhan sel-sel darah merah, anemia, dan anggota tubuh lain (Dewa *et al.* 2015). Merkuri termasuk logam berat yang paling berbahaya

Table 3 Heavy Metal Content of Seaweed Salt

Parameter	<i>U. lactuca</i>	<i>U. lactuca:L. flava</i> (1:1)	INS (2016)
Lead (Pb)	<0.005	<0.005	Max. 10
Mercury (Hg)	<0.005	<0.005	Max. 0.1
Arsenic (As)	<0.002	<0.002	Max. 0.1
Cadmium (Cd)	0.15±0.00 ^a	0.05±0.01 ^b	Max. 0.5

yang dapat menyerang saraf manusia melalui peredaran darah (Fatmawati *et al.* 2011). Arsen termasuk logam bersifat sangat toksik yang dapat merusak ginjal dan bertanggung jawab terhadap berbagai gangguan kesehatan kronis, khususnya kanker (Pantow *et al.* 2018). Kadmium merupakan logam berat yang sangat toksik setelah merkuri (Rahmadiani dan Aunorohim 2013). Kadmium memiliki pengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang serta dapat terakumulasi pada tubuh, terutama organ tubuh bagian hati dan ginjal (Istarani dan Pandebesie 2014).

Kadar NaCl Garam Rumput Laut

Pengujian NaCl bertujuan menentukan kadar natrium klorida pada garam rumput laut *U. lactuca* dan *U. lactuca : L. flava* (1:1). Kadar NaCl garam rumput laut dapat dilihat pada *Table 4*.

Table 4 NaCl Content of Seaweed Salt

Sample	Yield
<i>U. lactuca</i>	23.90±0.08 ^a
<i>U. lactuca:L. flava</i> (1:1)	21.05±0.12 ^b

Natrium klorida yang sering disebut garam dapur dengan rumus molekul NaCl termasuk garam ionik yang berasal dari logam Na. Garam dapur berperan sebagai bumbu masakan dan pengawet makanan (Nasta'in dan Wiyarsi 2019). Hasil uji menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berbeda nyata dilihat dari nilai $p < 0,05$, sehingga perbedaan kombinasi rumput laut *U. lactuca* dan genjer berpengaruh terhadap karakteristik kadar NaCl garam rumput laut yang dihasilkan. Hasil pengujian kadar NaCl garam rumput laut *U. lactuca* lebih tinggi dibandingkan dengan garam rumput laut *U. lactuca : L. flava* (1:1). Garam rumput laut yang dihasilkan memiliki kadar NaCl yang tergolong rendah

dibandingkan dengan garam konsumsi beryodium dan masih berada di bawah batas maksimal. Kadar NaCl pada garam konsumsi beryodium minimum 94% dengan kandungan natrium yang tinggi (BSN 2016), sedangkan pada garam diet maksimum 60% dengan kandungan Na yang lebih rendah (PERMENPERIN 2014).

Konsumsi natrium dengan kadar tinggi tidak disarankan karena dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan terutama pada pasien hipertensi. Cara yang cukup efektif untuk mengatasi gangguan penyakit hipertensi yakni dengan mengoptimalkan komposisi garam dengan cara mengurangi kandungan NaCl tanpa mengurangi kualitas dan rasa secara sensori (Sumarni *et al.* 2017).

Aktivitas dan Kapasitas Antioksidan Garam Rumput Laut

Aktivitas dan kapasitas antioksidan dari garam rumput laut diuji menggunakan metode analisis in-vitro meliputi 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) dan *Cupric Reducing Antioxidant Capacity* (CUPRAC). Hasil analisis aktivitas dan kapasitas antioksidan dapat dilihat pada *Table 5*.

Table 5 menunjukkan bahwa aktivitas dan kapasitas antioksidan memiliki nilai $p < 0,05$ sehingga perbedaan kombinasi rumput laut *U. lactuca* dan genjer berpengaruh terhadap karakteristik aktivitas dan kapasitas antioksidan garam rumput laut yang dihasilkan. Aktivitas antioksidan garam rumput laut *U. lactuca* dan *U. lactuca : L. flava* (1:1) dengan metode DPPH berturut-turut 93,24 dan 118,87 ppm. Aktivitas antioksidan DPPH garam rumput laut *U. lactuca* tergolong kuat, sedangkan *U. lactuca : L. flava* tergolong sedang. Molyneux (2004) menyatakan bahwa suatu senyawa digolongkan mempunyai aktivitas antioksidan yang sangat kuat

Table 5 Activity and Antioxidant Capacity of Seaweed Salt

Sample	Antioxidant Capacity	
	Antioxidant Activity	
	DPPH (ppm)	CUPRAC (µmol ascorbic acid/g extract)
<i>U. lactuca</i>	93.24 ± 0.79 ^b	129.15 ± 0.36 ^a
<i>U. lactuca:L. flava</i> (1:1)	118.87 ± 0.64 ^a	104.07 ± 0.60 ^b

apabila nilai IC_{50} kurang dari 50 ppm, kuat apabila nilai IC_{50} antara 50–100 ppm, sedang apabila nilai IC_{50} antara 101–150 ppm, dan lemah apabila nilai IC_{50} antara 151–200 ppm. Kapasitas antioksidan CUPRAC garam rumput laut *U. lactuca* dan *U. lactuca* : *L. flava* (1:1) berturut-turut adalah 129,15 dan 104,07 μmol asam askorbat/g ekstrak. Semakin tinggi nilai CUPRAC menunjukkan semakin kuat aktivitas antioksidannya (Apak *et al.* 2007).

Hasil aktivitas dan kapasitas antioksidan garam rumput laut yang didapatkan diduga dipengaruhi oleh pengolahan yang dilakukan pada pembuatan garam rumput laut meliputi pemanasan pada *waterbatch shaker* suhu 40 °C selama 10 menit dan pengeringan dengan oven pada suhu 60 °C selama 30 jam sehingga beberapa komponen senyawa-senyawa aktif menjadi rusak. Antioksidan bersifat sensitif terhadap cahaya dan panas, sehingga perlakuan pemanasan dan pengeringan yang cukup lama serta penggunaan temperatur yang tinggi dapat menurunkan aktivitas antioksidan (Husni *et al.* 2014).

Kemampuan antioksidan dalam menangkap radikal bebas DPPH ditandai dengan perubahan warna DPPH dari ungu menjadi kuning melalui transfer elektron. Semakin banyak elektron yang disumbangkan, maka warna ungu akan semakin memudar dan mendekati warna kuning coklat yang menunjukkan tingginya kandungan antioksidan ekstrak (Nufus *et al.* 2018). Prinsip antioksidan CUPRAC yaitu kemampuannya dalam mereduksi kelat Cu^{2+} yang berwarna biru toska menjadi Cu^{+} yang berwarna kuning yaitu dengan menyumbangkan elektron yang dimiliki oleh antioksidan (Apak *et al.* 2007; Nurjanah *et al.* 2018)

Nurjanah *et al.* (2020) dalam penelitiannya terhadap rumput laut *Sargassum polycystum* yang diolah menjadi garam rumput laut pada pemanasan suhu 40 °C selama 10 menit dan pengeringan pada suhu 60 °C selama 48 jam memperoleh aktivitas antioksidan 77,00 ppm (DPPH), sedangkan kapasitas antioksidan 107,76 μmol troloks/g (CUPRAC).

KESIMPULAN

Penambahan *L. flava* 50% (1:1) berhasil menurunkan rasio Na:K garam rumput laut menjadi 0,59. Garam rumput laut yang dihasilkan aman dari cemaran logam berat Pb, Hg, dan As, Cd. Persentase NaCl garam rumput laut yang dihasilkan sesuai dengan kriteria garam diet yaitu di bawah 60%. Aktivitas antioksidan (DPPH) garam kombinasi rumput laut dan tanaman genjer tergolong sedang, dengan kapasitas antioksidan 104,07 μmol asam askorbat/g ekstrak (CUPRAC).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Riset dan Teknologi DIKTI melalui BOPTN DIKTI dengan skim Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) dengan nomor: 2788/IT3.L1/PN/2020 tertanggal 31 Maret 2020 atas nama Prof. Dr. Ir. Nurjanah, MS.

DAFTAR PUSTAKA

- Ain N, Ruswahyuni, Widyorini N. 2014. Hubungan kerapatan rumput laut dengan substrat dasar berbeda di Perairan Pantai Bandengan, Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*. 3(1):99-107.
- Allen E, Browne J, Hynes S, Murphy JD. 2013. The potential of algae blooms to produce renewable gaseous fuel. *Waste Management*. 33(11):2425-2433.
- Anggadiredja JT, Zatinika A, Purwoto H, Istini S. 2008. Rumput Laut; Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. Arlington (US) : The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Apak R, Kubilay G, Birsen D, Mustafa O, Saliha EC, Burcu, Berker IK, Dilek O. 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assay applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*. 12 : 1496-1547.

- Arsianti A, Fadilah, Fatmawaty, Wibisono LK, Kusmardi, Azizah NN, Putrianingsih R, Murniasih T, Rasyid A, Pangestuti R. 2016. Phytochemical composition and anticancer activity of seaweeds *Ulva lactuca* and *Eucheuma cottonii* against breast MCF-7 and colon HCT-116 cells. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 9(6):115-119.
- Blois. 1958. Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature Journal*. 181:1199-1200.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2016. Garam Konsumsi Beriodium SNI-3556-2016. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Day RA, Underwood AL. 1989. Analisis Kimia Kuantitatif : Pudjaatmaka AH, penerjemah. Jakarta (ID): Erlangga.
- Dewa RP, Hadinoto S, Torry FR. 2015. Analisa kandungan timbal (Pb) dan kadmium (Cd). *Majalah Blam*. 11(2):76-82.
- 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 Kota Bukittinggi tahun 2018. *Afiah*. 5(2):22-27.
- Fatmawati, Badarruddin F, Yusuf I. 2011. Isolasi dan identifikasi bakteri resisten merkuri dari muara sungai Sario yang dapat digunakan untuk detoksifikasi limbah merkuri. *Jurnal Ilmiah Sains*. 11(2):282-288.
- Fitri Y, Rusmikawati, Zulfah S, Nurbaiti. 2018. Asupan natrium dan kalium sebagai faktor penyebab hipertensi pada usia lanjut. *Jurnal Action: Aceh Nutrition Journal*. 3(2):158-163.
- Giri NA, Marzuqi M, Astuti NWW, Andriyanto W, Rusdi I, Andamari R. 2015. Evaluasi bahan baku pakan dan pengembangan pakan buatan untuk budidaya pembesaran abalon (*Haliotis squamata*). *Jurnal Riset Akuakultur*. 10(3):379-388.
- Gunawan IW, Suwiti NK, Sampurna P. 2016. Pengaruh pemberian mineral terhadap lingkaran dada, panjang dan tinggi tubuh sapi jantan Bali. *Buletin Veteriner Udayana*. 8(2):128-134.
- Husni A, Putra DR, Lelana IYM. 2014. Aktivitas antioksidan *Padina* sp. pada berbagai suhu dan lama penengringan. *JPB Perikanan*. 9(2):165-173.
- Istarani F, Pandebesie ES. 2014. Studi dampak arsen (AS) dan kadmium (Cd) terhadap penurunan kualitas lingkungan. *Jurnal Teknik Pomits*. 3(1):53-58.
- Jacob AM, Abdullah A, Rusydi R. 2010. Karakteristik mikroskopis dan komponen bioaktif tanaman genjer (*Limnocharis flava*) dari Situ Gede Bogor. *Jurnal Sumberdaya Perairan*. 4(2):1-8.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2019. Laporan Kinerja Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2019. <https://kkp.go.id/artikel/19897-laporan-kinerja-kkp-2019>. [27 Juni 2020].
- Kurniawan R, Nurjanah, Jacob AM, Abdullah A, Pertiwi RM. 2019. Karakteristik garam fungsional dari rumput laut hijau *Ulva lactuca*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(3):573-580.
- 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.
- Magnusson M, Carl C, Mata L, Nys R, Paul NA. 2016. Seaweed salt from *Ulva* : a novel first step in a cascading biorefinery model. *Alga research*. 16:308-316.
- Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*. 26(2):211-219.
- Muliyati H, Syam A, Sirajuddin S. 2011. Hubungan pola konsumsi natrium dan kalium serta aktivitas fisik dengan kejadian hipertensi pada pasien rawat jalan di RSUP dr. Wahdin Sudirohusodo Makassar. *Media Gizi Masyarakat Indonesia*. 1(1):46-51.
- Murtini JT, Kurniawan AD, Dewi EN. 2008. Pengaruh waktu perendaman dan konsentrasi karboksimetil kitosan untuk menurunkan kandungan logam berat Hg, Cd, dan Pb pada kerang hijau (*Perna*

- viridis* Linn.). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3(1):37-44.
- Nasta'in L, Wiyarsi A. 2019. Analisis kadar dan lama perendaman larutan natrium klorida (NaCl) dalam detoksifikasi asam sianida (HCN) pada umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst). *Jurnal Science Technology*. 5(1):6-14.
- Nehal N. 2014. Seaweed: a potential "superfood" unexplored and untapped. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*. 5(6):631-642.
- Nufus C, Abdullah A, Nurjanah. 2019. Characteristics of green salt as alternative salt for hypertensive patients. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*. 278:1-7.
- Nurjanah, Abdullah A. 2020. Pengoptimuman pemanfaatan rumput laut sebagai bahan baku garam sehat untuk mendukung kemandirian industri garam nasional. *Pembangunan Sumberdaya Manusia, Konsep Strategi dan Prasyarat*. Priyarsono DS (ed). IPB Press. ID.
- Nurjanah, Abdullah A, Diachanty S. 2020. Characteristics of *Turbinaria conoides* and *Padina minor* as raw materials for healthy seaweed salt. *Pharmacogn J*. 12(3):624-9.
- Nurjanah, 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, Jacob AM, Nurokhmatunnisa, Pujianti D. 2013. Kandungan asam amino, taurin, mineral, makro-mikro, dan vitamin B₁₂ ubur-ubur (*Aurelia aurita*) segar dan kering. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(2):95-107.
- Nurjanah, Jacob AM, Nugraha R, Permatasari M, Sejati TKA. 2014. Perubahan komposisi kimia, aktivitas antioksidan, vitamin C, dan mineral tanaman genjer (*Limnocharis flava*) akibat pengukusan. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*. 3(3):185-195.
- Oktarina E. 2017. Alga: potensinya pada kosmetik dan biomekanismenya. *Jurnal Teknologi Agroindustri*. 9(2):1-10.
- Pantow NM, Kepel BJ, Fatimawali. 2018. Isolasi dan identifikasi bakteri resisten arsen pada sedimen di Pesisir Laut Buyat tahun 2018. *Jurnal e-Biomedik*. 6(2):123-128.
- Perez MJ, Falque E, Dominguez H. 2016. Antimicrobial action of compounds from marine seaweed. *Marine Drugs*. 14:52-89.
- [PERMENPERIN] Peraturan Kementerian Perindustrian. 2014. Perubahan atas peraturan menteri perindustrian No.134/M/IND/PER/10/2009 tentang peta panduan (roadmap) pengembangan klaster industri garam. <http://jdih.kemenperin.go.id>. Diakses pada tanggal 25 Desember 2019 pukul 22.00 WIB.
- Pujiastari NNT, Suastika P, Suwiti NK. 2015. Kadar mineral kalsium dan besi pada sapi bali yang dipelihara di Lahan Persawahan. *Buletin Veteriner Udayana*. 7(1):67-72.
- Rahmadiani WDD, Aunurohim. 2013. Bioakumulasi logam berat kadmium (Cd) oleh *Chaetoceros calcitrans* pada konsentrasi sublethal. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(2):202-206.
- Saidah S, Yusup N. 2016. Hubungan pemberian magnesium (MgSO₄) pada kehamilan pre eklamsia/eklamasia terhadap kejadian asfiksia pada BBL di RS Islam Samarinda. *Jurnal Kebidanan Mutiara Mahakam*. 4(2):11-20.
- Saputra O, Anam K. 2016. Gaya hidup sebagai faktor risiko hipertensi pada masyarakat pesisir pantai. *Jurnal Majority*. 5(3):118-123.
- Sayed WMMW, Ibrahim HAH, Raouf UMA, Nagar MME. 2016. Evaluation of bioethanol production from *Ulva lactuca* by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Biotechnology and Biomaterials*. 6(2):1-10.
- Serrano AE, Santizo RB, Tambokon BLM. 2015. Potential use of the sea lettuce *Ulva lactuca* replacing soybean meal in the diet of the black tiger shrimp *Panaeus monodon* juvenile. *International Journal of the Bioflux Society*. 5(3):245-252.
- Sinulingga N, Nurtjahja K, Karim A. 2015. Fitoremediasi logam merkuri (Hg) pada media air oleh kangkung air. *Jurnal*

- Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan.* 2(1):75-81.
- Sumarni W, Suhendar D, Hadisantoso P. 2017. Rekrystalisasi natrium klorida dari larutan natrium klorida dalam beberapa minyak yang dipanaskan. *Al-Kimiya.* 4(2):100-104.
- Widowati H, Sulistiani WS, Sutanto A. 2017. Pengaruh proses pengolahan terhadap kadar logam berat dan kadar gizi pada kacang panjang. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Metro.* 8(2):171-175.
- Winarno FG. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Jakarta (ID): Pustaka Sinar Harapan.
- Winarno FG. 2008. Kimia Pangan dan Gizi. Bogor (ID): MBRIO Press.
- Zakaria FR, Priosoeryanto BP, Ernati, Sajida. 2017. Karakteristik nori dari campuran rumput laut *Ulva lactuca* dan *Eucheuma cottonii*. *JPB Kelautan dan Perikanan.* 12(1):23-30.