

Ekstraksi Garam Dari Rumput Laut *Caulerpa Lentilifera* Dengan Kombinasi Perlakuan Agitasi dan *Non Agitasi* Pada Suhu Yang Berbeda

Ester Ruly Nomleni, Krisman Umbu Henggu*, Firat Meiyasa

Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba
Jl. R. Suprpto No.35, Waingapu, Prailiu, Sumba Timur, Kabupaten Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur
*Corresponding author, e-mail : krisman@unkriswina.ac.id

ABSTRAK: Rumput laut *Caulerpa lentilifera* merupakan salah satu tumbuhan air yang bermanfaat untuk kehidupan manusia. Hal ini karena rumput laut memiliki kandungan gizi terutama serat pangan hingga kandungan mineral makro dan mikro yang cukup tinggi. Kandungan mineral makro dan mikro tersebut dapat dimanfaatkan sebagai garam fungsional. Metode ekstraksi garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang digunakan dalam penelitian ini adalah perlakuan agitasi dan non agitasi pada suhu ekstraksi 70°C, 90°C dan 120°C. Ekstrak garam rumput laut yang dihasilkan lalu dianalisis kandungan natrium, kalium, rasio natrium-kalium (Na/K), Natrium-Klorida (NaCl), organoleptik dan rendemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan metode ekstraksi (agitasi dan non agitasi) pada suhu ekstraksi yang berbeda (70°C, 90°C, 120°C) memberikan pengaruh terhadap kandungan kalium. Namun metode tersebut tidak turut memberikan pengaruh signifikan terhadap kandungan natrium. Kandungan natrium, kalium, dan Na:K terpilih berada pada perlakuan agitasi pada 120°C dengan rata-rata kandungan natrium sebesar 16,37 mg/kg, kalium 18,45 mg/kg, rasio Na:K 1,53 mg/kg. Sedangkan kandungan NaCl yang terkandung dalam ekstrak garam rumput laut berkisar antara 42,32-55,90 mg/kg. Penerimaan panelis (rasa, warna, aroma, tekstur) terhadap produk ekstrak garam rumput laut yang dihasilkan ialah memberikan kesan agak suka hingga sangat suka terutama pada rasa, aroma dan warna. Tingkat kesukaan tersebut terletak pada rasa asin (spesifik garam) dan terdapat sedikit rasa umami. Total rendemen ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* tertinggi diperoleh pada perlakuan agitasi dengan rata-rata rendemen mencapai 2,97%, sedangkan non agitasi hanya berkisar 1,41%.

Kata kunci: fungsional; kalium; natrium; NaCl; rasio Na/K; rendemen.

Salt Extraction From *Caulerpa lentilifera* Seaweed With A Combination Of Agitation And Non Agitation Treatment At Different Temperatures

ABSTRACT: *Caulerpa lentilifera* seaweed is one of the aquatic plants that is useful for human life. This is because seaweed has a high nutritional content, especially dietary fiber, due to the high content of macro and micro minerals. The macro and micro-mineral content can be used as functional salts. The salt extraction method of *Caulerpa lentilifera* seaweed used in this study was agitated and non-agitated at extraction temperatures of 70 °C, 90 °C, and 120 °C. The resulting seaweed salt extract was then analyzed for the content of sodium, potassium, sodium-potassium ratio (Na/K), sodium-chloride (NaCl), organoleptic and yield. The results showed that the different extraction methods (agitated and non-agitated) at different extraction temperatures (70 °C, 90 °C, and 120 °C) had an effect on the potassium content. However, this method did not have a significant effect on the sodium content. The selected sodium, potassium, and Na:K content were in agitation treatment at 120°C with an average sodium content of 16.37 mg/kg, potassium 18.45 mg/kg, Na:K ratio 1.53 mg/kg . While the NaCl content contained in the seaweed salt extract ranged from 42.32-55.90 mg/kg. The panelists' acceptance (taste, color, flavour, texture) of the resulting seaweed salt extract product was to give the impression of being somewhat like to really liking it, especially on taste, flavor, and color. The level of preference lies in the salty taste (specifically salt), and there is a slight umami taste. The highest total yield of *Caulerpa lentilifera* seaweed salt extract was obtained in the agitation treatment, with the average yield reaching 2.97%, while the non-agitated was only 1.41%.

Keywords: functional; NaCl; Na/K ratio; potassium; sodium; yield

PENDAHULUAN

Garam merupakan unsur mineral yang paling umum digunakan dalam industri pangan sebagai pemberi rasa maupun sebagai pengawet. Namun, garam konsumsi tersebut memiliki kandungan natrium yang cukup tinggi, sehingga diduga menjadi salah satu penyebab hipertensi (Frisoli *et al.*, 2012). Laporan *World Health Organization*, menyebutkan penyebab hipertensi umumnya pada pola makan dengan komposisi natrium yang cukup tinggi yakni mencapai 2-5 gram/hari, sedangkan asupan kaliumnya hanya $\leq 3,5$ gram/hari (WHO 2021). Hipertensi merupakan salah satu penyakit yang cukup serius saat ini, diperkirakan 1,28 miliar orang dewasa berusia 30-79 tahun diseluruh dunia menderita hipertensi. Sehingga perhatian dunia melalui WHO menargetkan untuk mengurangi asupan kadar natrium harian hingga 30% pada tahun 2025 (WHO 2022). Salah satu upaya yang dilakukan adalah eksplorasi sumber daya alam yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai garam fungsional yang dapat mencegah timbulnya hipertensi pada manusia, salah satunya adalah rumput laut

Rumput laut telah mendapatkan pengakuan sebagai “*superfood*” karena terdapat sejumlah komposisi gizi yang sangat bermanfaat untuk manusia (Circuncisão *et al.*, 2018). Rumput laut diketahui memiliki komposisi asam lemak tak jenuh tunggal dan ganda, tinggi karbohidrat (serat pangan), memiliki kandungan protein, mineral makro dan mikro serta terdapat vitamin A, C, E dan B kompleks yang umumnya tidak terdapat pada sayuran daratan (MacArtain *et al.*, 2007; Lozano dan Díaz 2020). Salah satu jenis rumput laut yang cukup melimpah di Kabupaten Sumba Timur *Caulerpa lentilifera*, namun pemanfaatannya masih terbatas yakni hanya dijadikan sebagai salad (Anggadiredja 2016). Rumput laut jenis ini memiliki kandungan magnesium 630 mg/100g, natrium 3,90 mg/100g, kalsium 780-1874 mg/100g, kalium 700-1142 mg/100g, fosfor 1030 mg/100g, sedangkan kandungan mineral mikro seperti seng 2,6-21,4 mg/100g, Mangan 7,9 mg/100g, besi 9.3-21,4 mg/100g, iodium 1424 mg/100g, tembaga 7,9 mg/100g (Ratana dan Chirapart 2006). Kandungan mineral makro dan mikro tersebut berpotensi sebagai biomaterial (Henggu 2021) hingga pangan fungsional, salah satunya adalah garam antihipertensi (Nurjanah *et al.*, 2018).

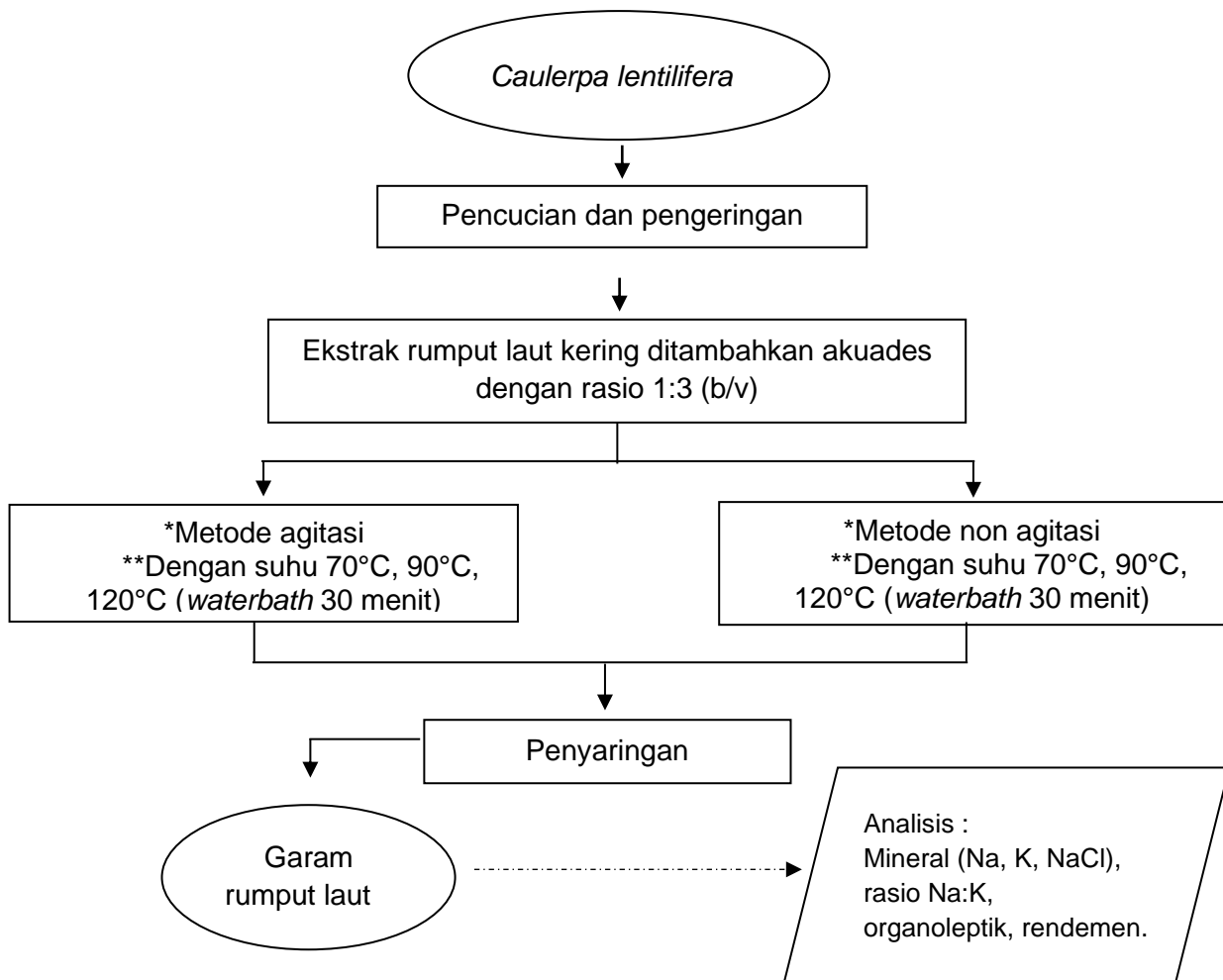
Kajian pemanfaatan rumput laut sebagai garam fungsional telah dieksplorasi pada beberapa jenis misalnya *Ulva lactuca* dengan perlakuan suhu dan waktu ekstraksi yang berbeda menunjukkan rata-rata rendemen garam berkisar 24,47-27,13%, kandungan NaCl 12,16-14,15%, rasio Na/K mencapai 2,95-3,88 serta memiliki kandungan antioksidan yang cukup kuat yakni berkisar 92,50-124,88 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ (Nurjanah *et al.*, 2018). Ekstrak garam yang diperoleh pada rumput laut cokelat memiliki rasio natrium-kalium (Na/K) 0,69 mg/g (*Sargassum polycystum*) dan 0,83 mg/g (*padina minor*) dengan rata-rata kandungan natrium lebih rendah dibandingkan kandungan kalium (Manteu *et al.*, 2018). Ekstrak garam dari *Ulva lactuca* yang diperoleh dengan perlakuan arang aktif memiliki rasio Na/K 2,03-3,94 g/kg dengan rata-rata kandungan natrium lebih tinggi dibandingkan kalium (Kurniawan *et al.*, 2019). Produk *biosalt* dari *Padina* sp memiliki kandungan makro (Ca, Mg) dan mikro mineral (Fe, Mn, Zn) yang lebih tinggi dibandingkan garam *krosok* (Riska *et al.*, 2019). Pemberian ekstrak garam *Ulva lactuca* telah terbukti dapat menurunkan kerusakan sel hati akibat radikal bebas pada tikus putih *Sprague-Dawley*, dengan rata-rata laju penurunan *superoxide dismutase* mencapai 11,14 U/ml (SOD) selama 14 hari pengamatan (Rahmawati 2020).

Kandungan NaCl, rasio Na/K dan tingkat penerimaan merupakan beberapa faktor penting dalam pengembangan garam fungsional (antihipertensi) berbahan dasar rumput laut (Magnusson *et al.*, 2016; Nurjanah *et al.*, 2018). Beberapa metode ekstraksi garam dari rumput laut telah diujicobakan misalnya perbedaan suhu dan waktu ekstraksi (Magnusson *et al.*, 2016) penggunaan karbon aktif (Kurniawan *et al.*, 2019), suhu dan waktu pengeringan (Alfath 2020) dan penggilingan (Notowidjojo *et al.*, 2021). Namun, beberapa metode ekstraksi tersebut masih mengalami permasalahan misalnya rasio Na/K kurang stabil akibat jumlah kandungan natrium lebih tinggi dibandingkan kalium (Nurjanah *et al.*, 2018), kandungan NaCl yang masih cukup tinggi (Alfath 2020) serta masih terdapat aroma amis (*fishy-odor*) pada garam rumput laut yang dapat menurunkan mutu sensorinya (Kurniawan *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, diperlukan metode ekstraksi yang dapat memenuhi karakteristik garam fungsional dari rumput laut, salah satunya

kombinasi metode agitasi dan non agitasi dengan perlakuan suhu ekstraksi yang berbeda. Proses agitasi mampu meningkatkan perpindahan massa dan reaksi kimia, sedangkan penggunaan suhu dapat menjadi katalis reaksi kimia, menurunkan tegangan permukaan dan viskositas (Chhabra dan Richardson 2011; Patel *et al.*, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh kombinasi perlakuan fisik (agitasi dan non agitasi) serta perbedaan suhu ekstraksi terhadap kandungan NaCl, rasio Na/K, dan tingkat penerimaan organoleptik produk garam yang dihasilkan dari rumput laut *Caulerpa lentilifera*.

MATERI DAN METODE

Bahan utama sebagai sumber garam yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang dikoleksi dari perairan Maukawini Desa Lambakara Kecamatan Pahunga Lodu. Kabupaten Sumba Timur. Sedangkan bahan-bahan lain yang digunakan dalam ekstraksi dan analisis mineral adalah akuades dan HNO₃ pekat (*pro analys*). Tahap analisis kandungan mineral (Na, K, NaCl) dilakukan di Laboratorium Swasta PT Saraswanti Indo Genetech. Analisis tingkat penerimaan konsumen (organoleptik) dilakukan di Laboratorium Terpadu, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba. Adapun bagan alir garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* (*modifikasi Riska *et al.*, 2019 dan **Nurjanah *et al.*, 2018)

Prosedur Ekstraksi Garam

Rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang diperoleh dari pesisir Maukawini dicuci menggunakan air bersih hingga terbebas dari pengotor fisik (pasir, lumpur) lalu diangin-anginkan hingga kering. Sampel rumput laut yang telah dikeringkan, ditimbang sebanyak 100 gr dan ditambahkan akuades dengan rasio 1:3 (b/v) lalu diekstraksi dengan perlakuan agitasi dan non agitasi pada suhu 70°C, 90°C, 120°C selama 30 menit. Hasil ekstraksi kemudian disaring menggunakan kertas saring *whatman* no 41 untuk mendapat supernatan lalu dikeringkan pada suhu 60°C menggunakan oven dan diperoleh ekstrak garam dari rumput laut *Caulerpa lentilifera*. Ekstrak garam tersebut lalu dianalisis kandungan mineral natrium (SNI 06-2428-1991), kalium (SNI 6989.69: 2009), NaCl (SNI 3556:2016), rendemen dan organoleptik (SNI 01-2346-2006).

Rancangan percobaan dan analisis data

Rancangan percobaan yang diterapkan dalam penelitian ini mengikuti teladan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yakni faktor A meliputi agitasi dan non agitasi, sedangkan faktor B ialah perbedaan suhu ekstraksi (70°C, 90°C, 120°C). Data yang diperoleh lalu diuji asumsi statistik (normalitas dan homogenitas), jika memenuhi uji asumsi dilanjutkan dengan analisis kovarian (anova dua arah) untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan ($P \leq 0,05$). Apabila terdapat pengaruh maka dilanjutkan dengan uji DMRT untuk mengetahui perbedaan dari pengaruh yang ditimbulkan. Hasil organoleptik dianalisis dengan uji *Kruskal Wallis* dan jika terdapat pengaruh maka dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney Test* ($\alpha = 0,05$) untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Mineral Ekstrak Garam Rumput Laut *Caulerpa lentilifera*

Rumput Laut *Caulerpa lentilifera* merupakan salah satu jenis rumput laut yang memiliki kandungan mineral cukup melimpah, misalnya natrium dan kalium (Ismail *et al.*, 2020). Kandungan mineral yang menjadi kajian utama dalam pengembangan garam fungsional berbasis rumput laut ialah natrium dan kalium. Komposisi mineral pada ekstrak garam rumput laut yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh teknik ekstraksi. Adapun rerata kandungan mineral natrium dan kalium garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang diperoleh dengan perlakuan agitasi dan non agitasi pada suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan kandungan mineral Natrium dan Kalium garam rumput *Caulerpa lentilifera*

| Perlakuan | Mineral (mg/kg) | |
|--|---------------------------|--------------------------|
| | Natrium (Na) | Kalium (K) |
| Agitasi pada suhu 70°C (AA ₁) | 18,30 ^b ± 0,37 | 2,33 ^a ±0,03 |
| Agitasi pada suhu 90°C (AA ₂) | 2,04 ^a ± 0,02 | 2,17 ^b ±0,01 |
| Agitasi pada suhu 120°C (AA ₃) | 16,37 ^b ± 0,00 | 18,45 ^b ±0,07 |
| Non Agitasi pada suhu 70°C (BB ₁) | 10,95 ^b ±2,64 | 2,28 ^a ±0,05 |
| Non Agitasi pada suhu 90°C (BB ₂) | 18,11 ^b ± 0,03 | 18,71 ^b ±0,01 |
| Non Agitasi pada suhu 120°C (BB ₃) | 2,53 ^a ± 0,04 | 2,3 ^b ±0,02 |
| <i>S. polycystum</i> * | 22,69± 0,35 | 18,06±0,04 |
| <i>P.minor</i> * | 22,23± 0,22 | 32,91±0,01 |
| <i>Ulva lactuca</i> ** | 91,00± 1,28 | 44,88±0,06 |

Keterangan : *) Manteu *et al.*, (2019); **) Kurniawan *et al.*, (2020) angka yang diikuti oleh *superscript* huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada taraf signifikan $\alpha = 0,05$

Ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang diperoleh dengan perlakuan agitasi dan non agitasi pada suhu ekstraksi yang berbeda (Tabel 1) memiliki kandungan natrium berkisar antara 2,04 mg/kg-18,30 mg/kg dan kandungan kalium mencapai 2,3 mg/kg-18,71 mg/kg. Kandungan natrium tertinggi diperoleh pada perlakuan agitasi dengan suhu 70°C (AA₁) yakni 18,30 mg/kg dan kandungan natrium terendah pada perlakuan non agitasi dengan suhu 90°C (AA₂) hanya mencapai 2,04 mg/kg. Demikian pula, kandungan kalium tertinggi pada perlakuan non agitasi pada suhu 90°C (BB₂) yakni 18,71 mg/kg, sedangkan kandungan kalium terendah berada pada perlakuan non agitasi dengan suhu 120°C (BB₃) mencapai 2,3 mg/kg. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penggunaan metode agitasi dan non agitasi pada suhu ekstraksi yang berbeda (70°C, 90°C, 120°C) sangat berpengaruh terhadap kandungan natrium dan kalium pada ekstrak garam *Caulerpa lentilifera* yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan agitasi dan non agitasi yang disertai perbedaan suhu ekstraksi dapat memengaruhi kesetimbangan ion mineral yang berdampak terhadap perbedaan konsentrasi. Menurut Bahtiar *et al.*, (2021) pengadukan, pH, flotasi (keterlibatan suhu) sangat berpengaruh terhadap kadar mineral.

Rasio Na/K merupakan perbandingan kandungan natrium dan kalium yang terkandung dalam ekstrak garam dari rumput laut *Caulerpa lentilifera*. Rasio Na/K tersebut sangat bergantung pada kandungan natrium dan kalium ekstrak garam dari rumput laut *Caulerpa lentilifera* (Tabel 1). Adapun rasio Na/K ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang diperoleh dengan perlakuan agitasi dan non agitasi pada suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 2.

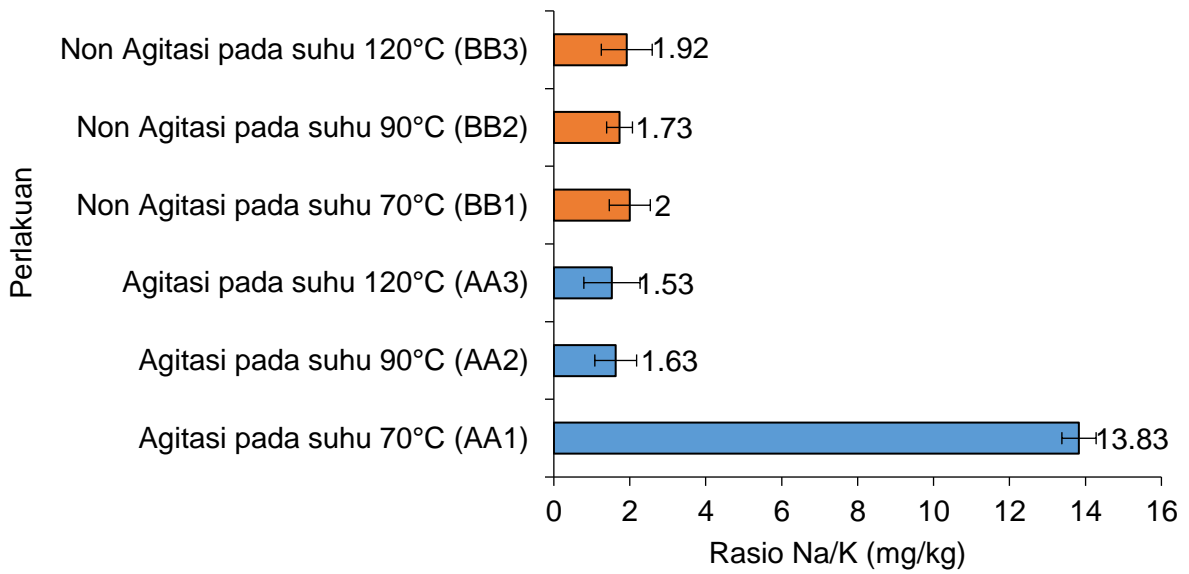
Rerata rasio Na/K ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dengan perlakuan agitasi pada suhu yang berbeda berkisar antara 1,53 mg/kg-13,83 mg/kg. Sedangkan rerata rasio Na/K dengan metode non agitasi yakni 1,73 mg/kg-2,00 mg/kg. Kecenderungan rasio Na/K ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* pada Gambar 2 menunjukkan seiring peningkatan suhu ekstraksi pada masing-masing perlakuan agitasi dan non agitasi memberikan dampak terhadap penurunan rasio Na/K. Hal ini memiliki korelasi dengan perlakuan agitasi dan non agitasi yang berpengaruh terhadap masing-masing kandungan natrium dan kalium ekstrak garam yang dihasilkan (Tabel 1). Perlakuan agitasi pada suhu 90°C (AA₂) dan 120°C (AA₃) dengan rasio Na/K berturut-turut yakni 1,63 mg/kg dan 1,53 mg/kg, serta perlakuan non agitasi pada suhu 90°C (BB₂) dengan rasio Na/K mencapai 1,73 mg/kg merupakan perlakuan terpilih. Hal ini karena rata-rata kandungan natrium yang diperoleh pada masing-masing perlakuan tersebut lebih rendah dibandingkan kandungan kalium (Tabel 1). Menurut Nufus dan Abdullah (2019) Salah satu syarat garam fungsional yang memiliki aktivitas antihipertensi ialah memiliki kandungan kalium lebih tinggi dibandingkan kandungan natrium. Walaupun demikian, kandungan natrium yang relatif tinggi pada perlakuan lainnya (Tabel 1) masih dalam ambang batas standar yang ditetapkan oleh *World Health Organization* (WHO) yakni rata-rata *intake* natrium harian adalah 2 gram/hari.

Senyawa natrium-klorida (NaCl) yang terkandung pada rumput laut merupakan unsur mineral penting yang baik untuk tubuh dalam memenuhi asupan mineral harian maupun memenuhi kebutuhan elektrolit manusia. Namun kandungan NaCl tersebut dapat diperoleh dengan teknik ekstraksi secara fisik maupun kimia (Abdullah *et al.*, 2021). Adapun kandungan NaCl ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang diperoleh dengan perlakuan agitasi dan non agitasi pada suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 3.

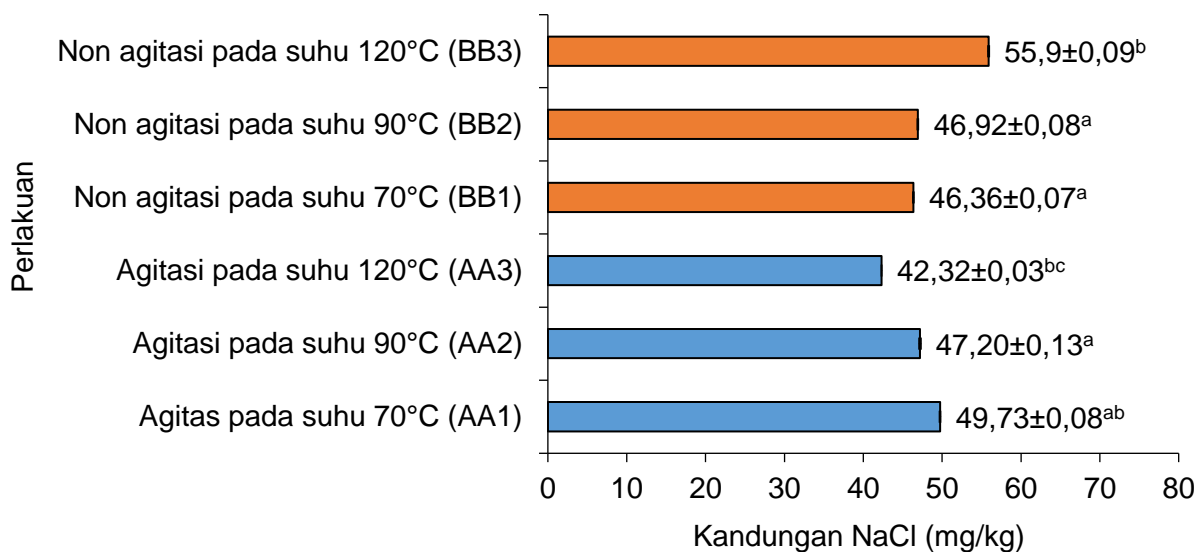
Kandungan natrium-klorida (NaCl) pada garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dengan perlakuan agitasi pada masing-masing suhu ekstraksi yang berbeda yakni berkisar 42,31 mg/kg-49,73 mg/kg, sedangkan perlakuan non agitasi mencapai 46,36 mg/kg-55,90 mg/kg. Rerata kandungan NaCl tertinggi diperoleh pada perlakuan agitasi pada suhu 70°C (AA₁) yakni 49,73 mg/kg, sebaliknya perlakuan agitasi pada suhu 120°C (AA₃) memiliki rata-rata kandungan NaCl terendah yang hanya mencapai 42,31 mg/kg. Rerata kandungan NaCl pada garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* pada Gambar 3 masih memenuhi anjuran *Food Drugs Administration* (FDA) tahun 2021 menyarankan rata-rata konsumsi NaCl yang baik untuk manusia ≤ 2,3 gram/hari.

Kecenderungan kandungan NaCl pada ekstrak garam (Gambar 3) menunjukkan seiring peningkatan suhu ekstraksi kandungan NaCl pada perlakuan agitasi cenderung menurun. Namun, tidak demikian pada perlakuan non agitasi yang cenderung memiliki korelasi positif terhadap kandungan NaCl. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan agitasi dan non agitasi pada suhu

ekstraksi yang berbeda berpengaruh terhadap kandungan NaCl ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang dihasilkan. Nurjanah *et al.*, (2018) melaporkan penggunaan suhu yang berbeda yang diakselerasikan dengan lama waktu ekstraksi menghasilkan kandungan NaCl yang cenderung menurun pada ekstrak garam rumput laut *Ulva lactuca*. Lebih lanjut On-Nom *et al.*, (2010) perubahan suhu ekstraksi sangat berpengaruh terhadap stabilitas pH selama ekstraksi yang berdampak terhadap terkoagulasinya mineral seperti kalsium, kalium, natrium dan magnesium pada suatu bahan baku.



Gambar 2. Rasio Natrium/Kalium (Na/K) garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* (angka yang diikuti oleh *superscript* huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada taraf signifikansi >0,05)



Gambar 3. Kandungan NaCl garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* (angka yang diikuti oleh *superscript* huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada taraf signifikansi > 0,05)

Tingkat penerimaan produk garam rumput laut *Caulerpa lentilifera*

Pengujian organoleptik merupakan pengujian yang didasarkan pada persepsi penginderaan. Penginderaan tersebut diartikan sebagai suatu proses fisio-psikologis yang merupakan suatu kesadaran atau pengenalan alat indra akan sifat-sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima oleh alat indra yang berasal dari benda tersebut (Tuyu *et al.*, 2014). Warna merupakan parameter visual yang dinilai oleh panelis. Nilai kesukaan panelis terhadap warna garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dengan perlakuan agitasi pada masing-masing perlakuan suhu ekstraksi (70°C, 90°C, 120°C) memiliki kisaran skor 3 (suka) garam rumput laut memiliki warna hijau kecoklatan hingga skor 4 (sangat suka) garam rumput laut memiliki warna hijau. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan agitasi suhu 70°C dan 120°C (AA₁ dan AA₃) dengan kesan panelis *sangat menyukai*. Tingkat kesukaan tersebut terletak pada warna garam rumput laut yang didominasi oleh warna hijau. Sebaliknya, perlakuan agitasi suhu 90°C panelis hanya memberikan kesan *suka* dengan rata-rata skor 3, sedangkan pada perlakuan non agitasi suhu 90°C (BB₂) dan 120°C (BB₃) panelis memberikan kesan tidak suka (skor 2). Hal ini disebabkan warna garam rumput laut yang dihasilkan dari perlakuan tersebut yakni hijau kecoklatan. Menurut Clydesdale (1993) warna hijau pada pangan memberikan kesan psikologis bahan pangan yang manis, segar dan sehat. Akan tetapi perubahan warna kecoklatan memberikan kesan bahan pangan yang tidak segar. Hasil analisis *Kruskall-wallis* menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi agitasi dan non agitasi pada suhu ekstraksi yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap warna ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera*. Hasil pengujian organoleptik ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang diperoleh dengan perlakuan agitasi dan non agitasi pada suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.

Rasa merupakan salah satu parameter yang mendukung tingkat penerimaan panelis terhadap suatu produk pangan. Rasa atau cita rasa sangat sulit dimengerti secara ilmiah karena selera manusia yang sangat beragam, namun bisa diinterpretasikan dalam bentuk penilaian numerik. Nilai kesukaan panelis terhadap rasa garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dengan perlakuan agitasi dan non agitasi pada masing-masing suhu ekstraksi (70°C, 90°C, 120°C) umumnya memberikan kesan *suka* dengan rata-rata skor 3 (Tabel 2). Hal ini disebabkan rasa garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang dihasilkan dari perlakuan tersebut yakni asin (spesifik garam). Menurut Melis dan Barbarossa., (2017) indera pengecap pada manusia dapat dibedakan menjadi lima kualitas sensori utama (manis, asam, asin, pahit dan umami). Rasa manis, asin dan umami tersebut dikaitkan dengan nutrisi tertentu yang dianggap rendah dan sedang, tetapi dihindari pada konsentrasi tinggi. Hasil analisis *Kruskall-wallis* menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan agitasi dan non agitasi pada suhu ekstraksi yang berbeda tidak memberikan pengaruh ($P>0,05$) terhadap rasa ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera*.

Tabel 2. Tingkat penerimaan panelis terhadap produk garam dari rumput laut *Caulerpa lentilifera*

| Perlakuan | Parameter | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | Warna | Rasa | Aroma | Tekstur |
| Agitasi pada suhu 70°C (AA ₁) | 4 ^b | 3 ^a | 3 ^a | 2 ^a |
| Agitasi pada suhu 90°C (AA ₂) | 3 ^{ab} | 3 ^a | 3 ^a | 2 ^a |
| Agitasi pada suhu 120°C (AA ₃) | 4 ^b | 3 ^a | 3 ^a | 3 ^{ab} |
| Non agitasi pada suhu 70°C (BB ₁) | 3 ^{ab} | 3 ^a | 3 ^a | 2 ^a |
| Non agitasi pada suhu 90°C (BB ₂) | 2 ^a | 3 ^a | 3 ^a | 2 ^a |
| Non agitasi pada suhu 120°C (BB ₃) | 2 ^a | 3 ^a | 3 ^a | 2 ^a |

Keterangan : angka yang diikuti oleh *superscript* huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada taraf signifikan $> 0,05$. Aroma : 1 (sangat tidak suka); 2 (tidak suka); 3 (suka); 4 (sangat suka); warna : 1 (sangat tidak suka); 2 (tidak suka); 3 (suka); 4 (sangat suka), rasa : 1 (tidak asin); 2 (hambar); 3 (asin); 4 (sangat asin); tekstur : 1 (sangat kasar); 2 (kasar); 3 (halus); 4 (sangat tidak halus)

Aroma merupakan sebuah reaksi dari makanan tersebut yang mempengaruhi konsumen sebelum menikmati makanan tersebut. Nilai kesukaan panelis terhadap aroma garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dengan perlakuan agitasi dan non agitasi pada masing-masing perlakuan suhu ekstraksi (70°C, 90°C, 120°C) memiliki kisaran skor 3 (*suka*) (Tabel 2). Adapun deskripsi aroma pada garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang dihasilkan dengan tingkat kesukaan skor 3 yakni memiliki aroma umami (serupa terasi) dan aroma spesifik rumput laut. Dikarenakan rumput laut *Caulerpa lentilifera* memiliki kandungan protein yang cukup tinggi (Tapotubun dan Matrutty 2020). Menurut Machado *et al.*, (2020) keberadaan kandungan asam amino aspartat dan asam glutamat pada rumput laut hijau, merah dan cokelat sangat berperan penting terhadap pembentukan aroma “*umami*” pada produk pangan berbasis rumput laut. Hasil analisis *Kruskall-wallis* menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan agitasi dan non agitasi pada suhu ekstraksi yang berbeda tidak memberikan pengaruh ($P>0,05$) terhadap rasa ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera*.

Tekstur merupakan suatu karakteristik organoleptik yang dapat memengaruhi penerimaan panelis terhadap produk pangan. Tekstur dari garam rumput laut yang diharapkan yaitu bertekstur halus dan kristalisasi. Tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dengan perlakuan non agitasi pada masing-masing perlakuan suhu ekstraksi (70°C, 90°C, 120°C) memiliki kisaran skor 2 (*kasar*), sedangkan perlakuan non agitasi rata-rata skor panelis memberikan kesan tekstur garam rumput laut yakni *kasar* hingga *halus*. Perbedaan tingkat kesukaan tersebut terletak pada tekstur kristal garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* sp. yang cenderung kristal seiring peningkatan suhu ekstraksi. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 3556 tahun 2016 karakteristik garam yang baik adalah berbentuk kristal murni dengan tekstur yang padat dan kompak. Hasil uji *Kruskall-wallis* garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* menunjukkan metode agitasi dengan suhu 70°C, 90°C, 120°C memberikan pengaruh terhadap tekstur ($P<0,05$) ekstrak garam, sebaliknya perlakuan non agitasi dengan perlakuan suhu ekstraksi yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap tekstur ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera*.

Rendemen

Rendemen merupakan gambaran efisiensi proses yang dihasilkan dari proses ekstraksi. Semakin tinggi rendemen menunjukkan proses ekstraksi yang dilakukan cukup baik, demikian sebaliknya. Adapun rendemen garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang diperoleh dengan metode agitasi dan metode non pada suhu ekstraksi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil analisis rendemen garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dengan perlakuan agitasi pada suhu ekstraksi yang berbeda memiliki kisaran rendemen 2,63%-3,26%. Persentase rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan agitasi suhu 70°C (AA₁) yakni 3,26%, dan persentase rendemen terendah pada perlakuan agitasi pada suhu 120°C (AA₃) yang hanya mencapai 2,63%. Persentase rendemen garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* sp. pada metode non agitasi dengan perlakuan suhu ekstraksi yang berbeda menunjukkan perlakuan suhu 120°C (BB₃) memiliki nilai rendemen tertinggi yang mencapai 1,64%, dan perlakuan terendah diperoleh pada perlakuan suhu 70°C (BB₁) yakni 1,25%. Hasil uji ANOVA menunjukkan pengaruh perbedaan metode (agitasi dan non agitasi) terhadap suhu ekstraksi yang berbeda (70°C, 90°C, 120°C) tidak memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap rendemen garam rumput laut *Caulerpa lentilifera*. Hal ini diduga bahwa proses agitasi yang dilakukan saat penelitian berlangsung tidak menggunakan alat mekanis misalnya *stirer*, akan tetapi hanya menggunakan pengadukan manual. Berdasarkan rerata persentase rendemen garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* sp. yang diekstraksi dengan perbedaan metode agitasi dan non agitasi pada perlakuan suhu (70°C, 90°C, 120°C) (Tabel 3) menunjukkan ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dengan perlakuan suhu agitasi memiliki persentase rendemen tertinggi dibandingkan non agitasi. Hal ini dikarenakan proses pengadukan (metode agitasi) yang berdampak terhadap pemecahan dinding sel sehingga kandungan mineral dapat terkonsentrasi. Riska *et al.*, (2019) menyatakan pengadukan secara mekanis dan konstan pada suatu reaksi ekstraksi dapat memengaruhi reaksi *brownian diffusion* dan berdampak terhadap tingginya efisiensi (rendemen) ekstrak yang dihasilkan. Sebaliknya, rendahnya rerata persentase rendemen pada perlakuan non agitasi

disebabkan kandungan anorganik yang terikat secara kimia dan fisik pada sel rumput laut *Caulerpa lentilifera* tidak dapat terlarut karena tidak disertai dengan pengadukan fisik.

Tabel 3. Total rendemen garam rumput laut *Caulerpa lentilifera*

| Perlakuan | Rendemen (%) |
|--|---------------------------|
| Agitasi pada suhu 70°C (AA ₁) | 3,26 ^b ± 0,29 |
| Agitasi pada suhu 90°C (AA ₂) | 3,03 ^b ± 0,02 |
| Agitasi pada suhu 120°C (AA ₃) | 2,63 ^{ab} ± 0,52 |
| Non Agitasi pada suhu 70°C (BB ₁) | 1,25 ^a ± 0,01 |
| Non Agitasi pada suhu 90°C (BB ₂) | 1,35 ^a ± 0,14 |
| Non Agitasi pada suhu 120°C (BB ₃) | 1,64 ^a ± 0,01 |

Keterangan: angka yang diikuti oleh *superscript* huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada taraf signifikan >0,05

KESIMPULAN

Perbedaan metode ekstraksi (agitasi dan non agitasi) dengan perlakuan suhu ekstraksi yang berbeda (70°C, 90°C, 120°C) memberikan pengaruh terhadap kandungan kalium. Namun metode tersebut tidak turut memberikan pengaruh signifikan terhadap kandungan natrium pada ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera*. Kandungan natrium dan kalium yang terkandung dalam ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang dihasilkan dalam penelitian ini secara umum masih dalam ambang batas konsumsi yang dipersyaratkan oleh *World Health Organization* (WHO) sebagai garam diet. Selain itu, kombinasi metode agitasi dan non agitasi yang disertai perlakuan suhu ekstraksi yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan NaCl garam dari rumput laut *Caulerpa lentilifera*. Kandungan NaCl yang terkandung dalam ekstrak garam rumput laut berkisar antara 42,32-55,90 mg/kg dan masih dalam ambang batas anjuran *Food Drugs Administration* (FDA) tahun 2021 yang menyarankan rata-rata konsumsi NaCl yang baik untuk manusia ≤ 2,3 gram/hari. Rerata penerimaan atau kesan panelis (rasa, warna, aroma, tekstur) terhadap produk ekstrak garam rumput laut yang dihasilkan ialah memberikan kesan *agak suka* hingga *sangat suka* terutama pada rasa, aroma dan warna. Tingkat kesukaan tersebut berada pada rasa asin (spesifik garam) dan terdapat sedikit rasa umami. Total rendemen ekstrak garam rumput laut *Caulerpa lentilifera* tertinggi pada perlakuan agitasi dengan rata-rata rendemen yang dihasilkan yakni 2,97%, sedangkan non agitasi hanya berkisar 1,41%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Darusman, H.S., Diaresty, J.V.G. & Seulalae, A.V. 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. DOI: 10.26452/ijrps.v12i4.4912
- Alfath Y.A. 2020. Karakteristik Makroalga Coklat *Sargassum* sp Sebagai Sediaan Bahan Baku Pembuatan Garam Rumput Laut Fungsional. Institut Pertanian Bogor
- Anggradiredja T.J. 2016. Ethnobotany study of seaweed diversity and its utilization in Warambadi, Panguhalodo areas of East Sumba district. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10(3):297-310. DOI: 10.29122/jtl.v10i3.1476
- Bahtiar, S., Muzakki, W., Desiasni, R., Widyawati, F. & Hidayat, S. 2021. Pengaruh ukuran partikel, persen padatan, dan pH pada proses *flotasi* terhadap perolehan kembali tembaga. *Jurnal Pijar Mipa*, 16(3): 406-410. DOI: 10.29303/jpm.v16i3.1308
- Chhabra, R.P. & Richardson, J.F. 2011. Non-Newtonian Flow and Applied Rheology: Engineering Applications. Butterworth-Heinemann.

- Chiu, H.F., Venkatakrisnan, K., Golovinskaia, O. & Wang, C.K. 2021. Impact of micronutrients on hypertension: Evidence from clinical trials with a special focus on meta-analysis. *Nutrients*, 13(2):1–19. DOI: 10.3390/nu13020588
- Circuncisão, A.R., Catarino, M.D., Cardoso, S.M. & Silva, A.M., 2018. Minerals from macroalgae origin: Health benefits and risks for consumers. *Marine Drugs*, 16(11): 400. DOI: 10.3390/md16110400
- Clydesdale, F.M. 1993. Critical reviews in food science and nutrition color as a factor in food choice color as a factor in food choice. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 33(1): 83–101. DOI: 10.1080/10408399309527614
- [FDA] Food and Drug Administration. 2021. Sodium Reduction. Division of Biotechnology and GRAS Notice Review. American
- Frisoli, T.M., Schmieder, R.E., Grodzicki, T. & Messerli, F.H., 2012. Salt and hypertension: is salt dietary reduction worth the effort?. *The American Journal of Medicine*, 125(5):433-439. DOI: 10.1016/j.amjmed.2011.10.023
- Henggu, K.U. 2021. Morphological characteristics and chemical composition of cuttlebone (*Sepia* sp.) at Muara Angke fishing port, Jakarta Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 718(1): 012034. DOI: 10.1088/1755-1315/718/1/012034
- Ismail, M.F., Ramaiya, S.D., Zakaria, M.H., Ikhsan, N.F.M. & Awang, M.A., 2020. Mineral content and phytochemical properties of selected *Caulerpa* species from Malaysia. *Malaysian Journal Of Science*, 115-131. DOI: 10.22452/mjs.vol39no3.10
- Karppanen, H. 1991. Minerals and blood pressure. *Annals of Medicine*, 23(3):299–305. DOI: 10.3109/07853899109148064
- Kurniawan, R., Nurjanah, J.A.M., Abdullah, A. & Pertiwi, R.M. 2019. Karakteristik garam fungsional dari rumput laut hijau *Ulva lactuca*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(3): 573–580. DOI: 10.17844/jphpi.v22i3.29320
- Lozano Muñoz, I. & Díaz, N.F. 2020. Minerals in edible seaweed: Health benefits and food safety issues. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(6):1592-1607. DOI: 10.1080/10408398.2020.1844637
- MacArtain, P., Gill, C.I., Brooks, M., Campbell, R. & Rowland, I.R. 2007. Nutritional value of edible seaweeds. *Nutrition Reviews*, 65(12): 535-543. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2007.tb00278.x
- Machado, M., Machado, S., Pimentel, F.B., Freitas, V., Alves, R.C. & Oliveira, M.B.P., 2020. Amino acid profile and protein quality assessment of macroalgae produced in an integrated multi-trophic aquaculture system. *Foods*, 9(10):138-149. DOI: 10.3390/foods9101382
- Magnusson, M., Carl, C., Mata, L., de Nys, R. & Paul, N.A., 2016. Seaweed salt from *Ulva*: a novel first step in a cascading biorefinery model. *Algal Research*, 16(4): 308-316. DOI: 10.1016/j.algal.2016.03.018
- Manteu, S.H., Nurjanah. & Nurhayati, T. 2018. Karakteristik rumput laut cokelat (*Sargassum polycystum* dan *Padina minor*) dari perairan Pohuwato Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(3):396–405. DOI: 10.17844/jphpi.v21i3.24709
- Melis, M. & Barbarossa, I.T. 2017. Taste perception of sweet, sour, salty, bitter, and Umami and changes due to L-arginine supplementation, as a function of genetic ability to taste 6-n-propylthiouracil. *Nutrients*, 9(6): 110-121. DOI: 10.3390/nu9060541
- Notowidjojo, L., Ascobat, P., Bardosono, S. & Tjahjana, J. 2021. The potential of seaweed salt as an alternative low sodium salt: safety and sensory test. *World Nutrition Journal*, 5(1):47-52. DOI: 10.25220/WNJ.V05.i1.0007
- Nufus, C. & Abdullah, A. 2019. Characteristics of green seaweed salt as alternative salt for hypertensive patients. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 278(1): 012050. DOI: 10.1088/1755-1315/278/1/012050
- 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. DOI: 10.17844/jphpi.v21i1.21455

- On-Nom, N., Grandison, A.S. & Lewis, M.J. 2010. Measurement of ionic calcium, pH, and soluble divalent cations in milk at high temperature. *Journal of Dairy Science*, 93(2):515–523. DOI: 10.3168/jds.2009-2634
- Park, J., Kwock, C.K. & Yang, Y.J. 2016. The effect of the sodium to potassium ratio on hypertension prevalence: a propensity score matching approach. *Nutrients*, 8(8):482-493. DOI: 10.3390/nu8080482
- Patel, K., Panchal, N. & Ingle, P. 2019. Review of extraction techniques. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 6(3):6-21.
- Rahmawati, D.K. 2020. Aktivitas Antioksidan Garam Rumput Laut *Ulva lactuca* Pada Tikus Putih Sprague –Dawley. Institut Pertanian Bogor.
- Ratana-Arporn, P. & Chirapart, A. 2006. Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentilifera* and *Ulva reticulata*. *Agriculture and Natural Resources*, 40(6):75–83.
- Riska, N., Suedy, S.W.A. & Izzati, M. 2019. Kandungan mineral dan logam berat pada biosalt rumput laut *Padina* sp. *Jurnal Pro-Life*, 6(2):171–179.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1991. Metode Pengujian Natrium Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Serapan Atom: SNI 06-2428-1991. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2006. Petunjuk Pengujian Organoleptik atau Sensori SNI 01-2346:2006. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia .2009. *Air dan Air Limbah Bagian 69: Cara Uji Kalium (K) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA): SNI 6989.69:2009*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2016. Garam Konsumsi Beriodium SNI 3556:2016. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Tapotubun, A.M. & Matrutty, T.E.A.A. 2020. Seaweed *Caulerpa* sp position as functional food Seaweed *Caulerpa* sp position as functional food. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 517(2020):012021. DOI: 10.1088/1755-1315/517/1/012021
- Tuyu, A., Onibala, H. & Makapedua, D.M. 2014. Studi lama pengeringan ikan selar (*Selaroides* sp) asin dihubungkan dengan kadar air dan nilai organoleptik. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 2(1):13-21. DOI: 10.35800/mthp.2.1.2014.7336
- [WHO] World Health Organization. 2021. Guideline: Potassium Intake for Adults and Children. Geneva. World Health Organization
- [WHO] World Health Organization. 2022. *Salt Reduction*. Geneva. World Health Organization