

KANDUNGAN MINERAL DAN LOGAM BERAT PADA GARAM YANG DIEKSTRAK DARI RUMPUT LAUT *Sargassum* sp. MENGGUNAKAN METODE DIBILAS DAN DIRENDAM

Wilma Nur Laily, Munifatul Izzati dan Sri Haryanti

Department of Biology Science and Mathematics Faculty, Diponegoro University, Semarang

Corresponding author: nurlailiwilma@gmail.com

Abstract

Seaweed Sargassum sp. containing salt which generally has better quality than table salt. This salt is called biosalt. The advantage of biosalt is that it contains high and low K, this biosalt can be used as an alternative for people with hypertension. In addition to producing K and Na biosalt seaweed also contains several minerals that are beneficial for those of you who need it. This study aims to determine the content of macro minerals (Ca and Mg), micro minerals (Fe, Mn and Zn) and heavy metals (Pb and Cu) in the salt of Sargassum sp. The extraction method used is rinsed and soaked with 3 replications. The results of the salt extraction were analyzed for the mineral and heavy metal content using ICP-OES, then with mineral and heavy metal minerals in the crystal of Crush. The results showed that mineral and mineral minerals in the extraction of Sargassum sp. has a higher value than table salt, the weight of heavy metals Pb and Cu is lower than that of table salt and also meets the requirements of organic materials according to SNI 01-3556-2000. The results of this study can be concluded that the salt content of Sargassum sp. have higher nutrition than krosok salt and also safe if consumed.

Keywords: Biosalt, heavy metals, ICP-OES, minerals, Sargassum sp.

PENDAHULUAN

Dua pertiga luas wilayah Indonesia merupakan wilayah perairan yang di dalamnya terdapat berbagai macam spesies flora dan fauna. Rumput laut merupakan salah satu sumber daya hayati yang sangat melimpah di perairan Indonesia. Rumput laut merupakan golongan *makroalga* yang memiliki potensi ekonomis yang sangat besar yaitu sebagai bahan baku dalam industri dan kesehatan. Potensi lain yang dapat digali dari rumput laut adalah sebagai sumber garam. Rumput laut mengandung garam yang umumnya mempunyai kualitas yang lebih baik dari garam *krosok* (garam yang murni dari air laut). Garam yang rumput laut ini disebut *biosalt* atau garam hayati. Kelebihan dari *biosalt* yaitu mengandung *kalium* (K) yang tinggi dan

rendah *natrium* (Na), sehingga *biosalt* ini dapat dijadikan sebagai garam alternatif bagi penderita *hipertensi*. Almatsier (2009), menyatakan bahwa *kalium* memiliki fungsi yang berlawanan dengan *natrium*, *kalium* lebih berhubungan erat dengan penurunan tekanan darah. *Kalium* membantu melemaskan dinding-dinding pembuluh darah, sehingga efeknya akan menurunkan tekanan darah.

Biosalt dari rumput laut selain mengandung K dan Na, juga mengandung beberapa mineral lain yang perlu diteliti lebih lanjut. Syad *et al.* (2013); dalam Cardoso *et al.* (2015), menyatakan bahwa rumput laut cokelat memiliki kandungan karbohidrat, protein, abu, air, vitamin dan mineral dalam bentuk *makro* dan *mikro* elemen yaitu *kalium* (K), *natrium* (Na),

magnesium (Mg), *fosfat* (P), *iodin* (I) dan besi (Fe). Selain mengandung beberapa mineral yang bermanfaat bagi tubuh, *biosalt* juga mengandung logam berat yang kemungkinan lingkungan habitatnya tercemar, sehingga perlu dikaji lebih lanjut. Adapun jenis-jenis logam berat yang mencemari perairan diantaranya adalah merkuri (Hg), *kadmium* (Cd), timbal (Pb), dan tembaga (Cu). Logam atau nutrien dapat melakukan penetrasi ke dalam sel *makroalga* melalui seluruh permukaan *thallusnya* dalam bentuk *kation*, *anion*, atau senyawa organik. Lobban & Harrison (1997) dalam Syafitri (2012), menyatakan bahwa proses absorpsi logam dan mineral ke dalam *thallus makroalga* terdiri dari tiga mekanisme yaitu transport pasif (difusi), difusi terfasilitasi, dan transport aktif.

Sargassum sp. merupakan bagian dari kelompok rumput laut coklat (*Phaeophyta*). Kandungan senyawa kimia dan pigmen yang terdapat pada rumput laut coklat merupakan hasil dari fotosintesis yang jumlahnya sangat bervariasi, tergantung pada jenis, masa perkembangan dan kondisi tempat tumbuh. Menurut Maharani & Widayanti (2010), rumput laut coklat dapat menghasilkan *algin* atau *alginat*, *laminarin*, *selulosa*, *fikoidin* dan *manitol* yang komposisinya sangat tergantung pada jenis (spesies), masa perkembangan dan kondisi tempat tumbuhnya. Selain itu, dari beberapa penelitian telah dilaporkan bahwa

Sargassum sp. mempunyai kandungan nutrisi yang cukup tinggi, seperti protein dan beberapa mineral esensial lainnya.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka diperlukan penelitian untuk menganalisis kandungan mineral *kalsium* (Ca), besi (Fe), *magnesium* (Mg), seng (Zn) dan *mangan* (Mn) serta menganalisis logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada garam rumput laut *Sargassum* sp. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang kandungan mineral dan logam berat pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. yang berpotensi sebagai garam alternatif yang aman dikonsumsi, sehingga diharapkan dapat menjadi dasar bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Universitas Diponegoro. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2017 sampai April 2018. Sampel rumput yang digunakan adalah *Sargassum* sp. yang diperoleh di perairan Teluk Awur Jepara.

Ekstraksi Garam

Penelitian ini rumput laut dikoleksi dari perairan pantai Jepara. Rumput laut diperoleh kemudian dicuci bersih menggunakan air laut untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel, kemudian dijemur di tempat hingga kering. Rumput laut yang telah kering dibawa ke

laboratorium untuk dilakukan ekstraksi garamnya. Ekstraksi garam dilakukan dengan cara dibilas dan direndam selama 24 jam dengan 3 ulangan pada masing-masing perlakuan.

Rumput laut ditimbang 100 gram, kemudian dicuci menggunakan air tawar selama 5 menit. Pencucian dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali ulangan dalam rangka untuk mengoptimalkan pelarutan kristal-kristal garam dari dalam rumput laut. Air cucian yang sudah mengandung banyak garam terlarut kemudian direbus untuk menguapkan hingga diperoleh endapan kristal-kristal garam. Endapan kristal garam yang diperoleh ditimbang. Sementara sisa rumput laut yang telah dicuci dilanjutkan perendaman selama 24 jam untuk mengoptimalkan pelarutan garam yang masih tersisa dalam *biomassa*. Rumput laut dari renadaman ini kemudian direbus untuk memperoleh kristal garam hasil rendaman sisa rumput laut.

Analisis Makromineral, Mikromineral dan Logam Berat Garam Rumput Laut

Pada penelitian ini, kandungan *makromineral* yang dianalisis adalah Ca dan Mg, sedangkan *mikromineral* adalah Fe, Mn dan Zn. Logam berat yang dianalisis adalah Cu dan Pb. Pengambilan sampel garam rumput laut yang akan dianalisis kandungan mineral dan logam berat dilakukan secara komposit dari *rendemen* garam yang

dihasilkan dari ekstraksi secara dibilas dan direndam. Hal ini bertujuan agar sampel yang akan dianalisis dapat mewakili semua *rendemen* garam hasil ekstraksi. Sampel garam yang akan dianalisis kandungan mineral dan logam berat yaitu garam *krosok*, garam rumput laut dibilas dan garam rumput laut direndam. Garam *krosok* diperoleh dari daerah Jepara.

Analisis kandungan *makromineral*, *mikromineral* dan logam berat dengan menggunakan alat ICP-OES terdiri dari 2 tahap, yaitu preparasi sampel dan pembacaan konsentrasi menggunakan alat ICP-OES. Preparasi sampel bertujuan agar sampel yang dianalisis dapat dibaca oleh alat ICP-OES. Setelah preparasi selesai, maka dilakukan pembacaan konsentrasi kandungan mineral dan logam yang diujikan.

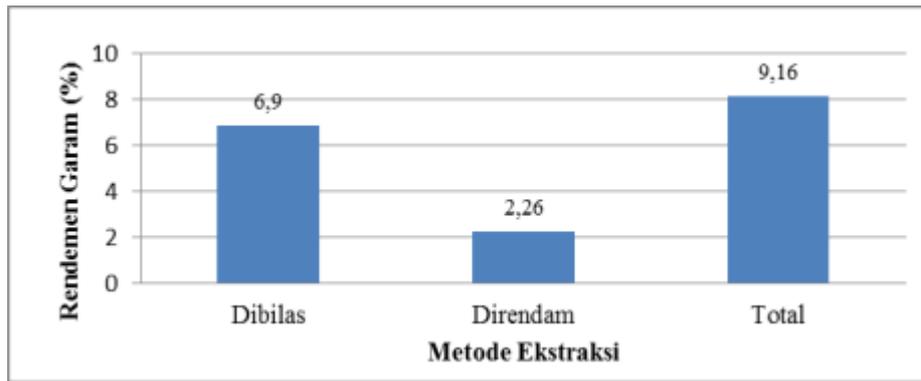
Analisis Data

Data hasil analisis kandungan mineral (Fe, Ca, Mg, Mn, dan Zn) dan logam berat (Pb dan Cu) disajikan dalam bentuk tabulasi dan histogram, dan dianalisis secara deskriptif dengan cara dibandingkan antara garam rumput laut dengan metode ekstrak dibilas dan direndam serta garam *krosok*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Rendemen Garam Rumput Laut

Hasil rerata jumlah *rendemen* ekstraksi garam rumput laut secara dibilas dan direndam ditampilkan pada **gambar 1**.



Gambar 1. Rerata *rendemen* yang diperoleh dari ekstraksi rumput laut *Sargassum* sp. secara dibilas dan direndam.

Berdasarkan **gambar 1** dapat diketahui bahwa nilai rata-rata dari garam dengan metode dibilas lebih tinggi sebesar 6,9% dibandingkan dengan metode direndam 2,26% dengan hasil total *rendemen* 9,16%. Metode dibilas banyak menghasilkan garam dibandingkan dengan direndam. Hal ini disebabkan metode dibilas lebih efektif karena ada proses pengadukan yang menimbulkan adanya pergerakan, sehingga membantu proses pelarutan garam. Garam-garam yang menempel di permukaan *thallus* rumput laut ikut larut dalam air bilasan. Selain itu, sisa garam yang masih belum larut dioptimalkan pengeluarannya dengan cara perendaman selama 24 jam agar garam dalam sel rumput laut dapat keluar semua.

Rumput laut memiliki banyak potensi, salah satunya sebagai sumber garam. Garam rumput laut ini disebut *biosalt* atau garam hayati. Garam ini mempunyai kualitas yang lebih baik dari garam dapur. Kelebihan dari *biosalt* yaitu mengandung *kalium* (K) yang tinggi dan rendah *natrium* (Na), sehingga

biosalt ini dapat dijadikan sebagai garam alternatif bagi penderita *hipertensi*. Menurut Ma'ruf *et al.* (2013), rasio Na:K penting untuk orang yang menderita diuretik untuk mengontrol tekanan darah tinggi dan keluarnya cairan yang mengandung K secara berlebihan. *Kalium* meningkatkan pertumbuhan sel dan membantu menjaga tekanan darah agar normal. Sedangkan *Natrium* dapat digunakan untuk menjaga keseimbangan cairan, osmotik dan asam basa.

Kandungan K yang tinggi pada rumput laut ini disebabkan karena garam yang berasal dari organisme hidup (tanaman) dimana merupakan salah satu unsur hara *makro* yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga rumput laut menyerap K lebih banyak daripada Na. Penelitian Peng *et al.* (2013), menyatakan kandungan *Kalium* pada *Sargassum* sebesar 4170 mg/100 g berat kering.

Penyerapan hara mineral pada rumput laut dilakukan melalui seluruh tubuh. Iyer *et al.* (2015), menyatakan bahwa *kalium* adalah *kation* dominan yang terkait dengan *sitoplasma* di *sitosol*. Pada tanaman hadir

dalam konsentrasi sebesar 40 mmol l^{-1} , dan merupakan *kation* utama dalam vakuola. *Kalium* merupakan *osmotis* aktif sebagai *osmolyte*. Serapannya dipengaruhi oleh sifat listrik dari membran sel, dan melibatkan satu atau lebih pompa ion yang mungkin sensitif terhadap cahaya dan kehadiran *kation* lain.

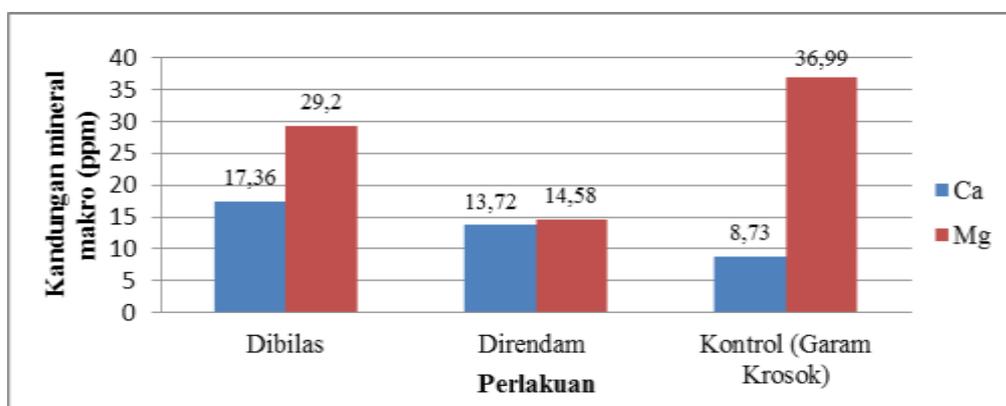
Peran K pada tanaman berkaitan erat dengan proses biofisika dan biokimia. Pada proses biofisika, K berperan penting dalam mengatur tekanan osmosis dan turgor, yang akan memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel serta membuka dan menutupnya stomata. Gangguan pada pembukaan dan penutupan stomata akibat tanaman *kahat* (*deficiency*) K akan menurunkan aktivitas fotosintetis karena terganggunya pemasukan CO_2 ke daun (Subandi, 2013).

Kandungan Mineral Makro Ca dan Mg

Hasil analisis uji kandungan mineral makro pada garam yang diekstrak rumput

laut *Sargassum* sp. ditampilkan pada **gambar 2**.

Berdasarkan **gambar 2** dapat diketahui bahwa kandungan Ca pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. dengan metode dibilas maupun diredam lebih tinggi dari garam *krosok*. Hal ini karena rumput laut merupakan organisme hidup yang mampu menyerap mineral yang diperlukan untuk fungsi fisiologis dalam tubuhnya. Hasil ini menunjukkan bahwa garam yang diekstrak dari rumput laut memiliki kualitas yang lebih tinggi dari garam *krosok*, sehingga lebih menyehatkan jika dikonsumsi. Sedangkan kandungan Mg lebih rendah dibanding dengan garam *krosok*. Hal ini diduga karena pada saat proses pembuatan garam *krosok* terdapat *magnesium* yang menempel pada garam. Hal ini sesuai pendapat Manalu (2007), yang menyatakan bahwa *magnesium* sebagai pengotor (*impurities*) terdapat dalam *bittern*



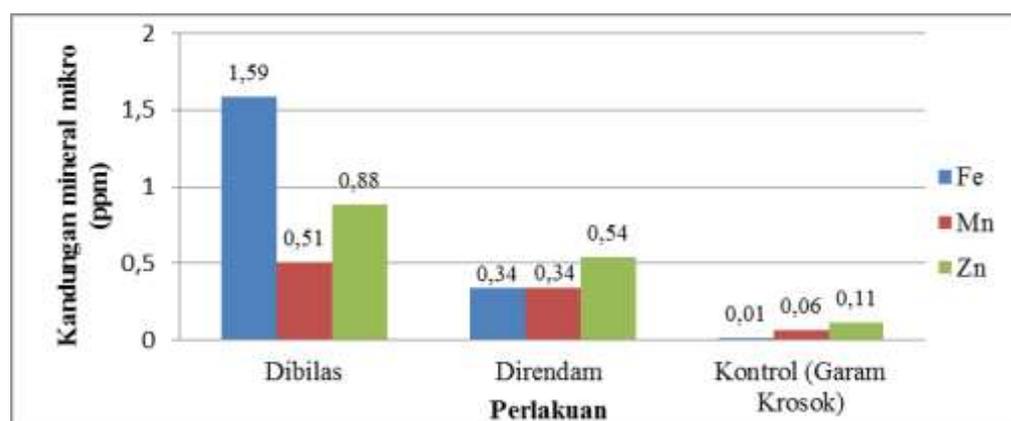
Gambar 2. Perbandingan kandungan mineral makro (Ca dan Mg) pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. secara dibilas dan diredam serta garam *krosok*.

(limbah hasil penggaraman) sehingga melekat di bagian luar kristal NaCl. Senyawa *magnesium* terbentuk berupa *magnesium klorida* dan *magnesium sulfat* yang mengendap $27-35$ ^0Be (*Baume*) dan tidak dikehendaki di dalam garam karena mengakibatkan rasa pahit.

Kandungan *kalsium* dan *magnesium* pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. dengan cara dibilas mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan cara direndam. Hal ini dapat disebabkan karena kandungan *kalsium* dalam *Sargassum* sp. sebagian besar telah keluar pada saat dibilas dan juga dapat disebabkan karena pada saat dibilas adanya pergerakan (pengadukan), sehingga memudahkan mineral keluar dari *thallus*. Selain itu, dapat juga disebabkan keberadaan *kalsium* dalam sel rumput laut. *Kalsium* pada rumput laut paling banyak terdistribusi di lamella tengah dari dinding sel dan lapisan luar membran plasma. Hal ini sesuai pendapat Djukri (2009), Keberadaan *kalsium* di dalam jaringan tanaman terdistribusi di lapisan luar membran plasma, mitokondria, vakuola dan sedikit di *sitoplasma*. Bagian tanaman tersebut yang mengandung *kalsium* dengan konsentrasi yang tinggi adalah lamella tengah dan lapisan luar membran plasma.

Kalsium pada tumbuhan merupakan komponen lamella tengah dari dinding sel sebagai Ca-pektat yang berfungsi

memperkokoh jaringan-jaringan tanaman. *Kalsium* juga mempertahankan keutuhan membran yang membatasi *sitoplasma*, vakuola, inti sel, dan sebagainya dalam lingkungan pH rendah, apabila kandungan Na dalam larutan tinggi. Defisiensi *kalsium* dapat menyebabkan rusaknya dinding sel dan tidak terbentuknya jaringan (Djukri, 2009). *Magnesium* dalam tanaman terdapat di dalam klorofil. Setiap molekul pada daun memiliki satu atom *magnesium*. Hal ini sesuai pendapat Winarso (2005) dalam Ariyanti *et al.* (2010), yang menyatakan bahwa Mg di dalam tanaman merupakan unsur penyusun klorofil. Proses penyerapan mineral dan air pada rumput laut dilakukan melalui seluruh bagian tubuhnya. *Magnesium* pada tanaman diabsorpsi dalam bentuk ion Mg^{2+} melalui transport aktif. Mg pada tanaman mempunyai peranan sebagai berikut: Sebagai atom pusat dalam molekul klorofil, metabolisme *fosfat*, respirasi tanaman, aktivator beberapa sistem enzim. Adapun fungsi pada tubuh *kalsium* merupakan mineral yang paling banyak. Ramayullis *et al.* (2011), menyatakan bahwa *kalsium* adalah satu dari beberapa mineral yang berperan dalam pembentukan tulang. Rendahnya asupan *kalsium* berpengaruh pada awal kepadatan tulang, sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan. Mg pada tubuh menurut Dian *et al.* (2014), adalah dibutuhkan dalam perkembangan tulang, terlibat dalam metabolisme karbohidrat dan



Gambar 3. Perbandingan kandungan mineral *mikro* (Fe, Mn dan Zn) pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. secara dibilas dan direndam serta garam *krosok*.

lemak yakni sebagai *katalisator* berbagai enzim dan dibutuhkan sebagai *kofaktor* dalam proses *dekarboksilasi* serta pengaktif *peptidas*.

Kandungan Mineral Mikro Fe, Mn dan Zn

Hasil analisis uji kandungan mineral *mikro* pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. ditampilkan pada gambar 3.

Berdasarkan **gambar 3** dapat diketahui bahwa kandungan Fe, Mn, dan Zn pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. dengan metode dibilas maupun direndam lebih tinggi dari garam *krosok*. Hal ini karena rumput laut merupakan organisme hidup yang mampu menyerap mineral yang diperlukan untuk fungsi fisiologis dalam tubuhnya. Hasil ini menunjukkan bahwa garam yang diekstrak dari rumput laut memiliki kualitas yang lebih tinggi dari garam *krosok* sehingga lebih menyehatkan jika dikonsumsi.

Kandungan Fe, Zn dan Mn pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. dengan cara dibilas mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan cara direndam. Hal ini disebabkan karena sebagian besar mineral tersebut telah keluar pada saat dibilas dan keberadaan dalam sel rumput laut serta dapat disebabkan karena adanya pergerakan (pengadukan) pada saat dibilas yang membantu memudahkan mineral keluar dari dalam *thallus*.

Jovita (2018), menyatakan bahwa Fe dalam tanaman sekitar 80% yang terdapat dalam *kloroplas* atau *sitoplasma*. Proses penyerapan mineral dan air pada rumput laut dilakukan melalui seluruh bagian tubuhnya. Fatma *et al.* (2013), menyatakan besi (Fe) diserap dalam bentuk ion feri (Fe^{3+}) ataupun fero (Fe^{2+}). Fe dapat diserap dalam bentuk *khelat* (ikatan logam dengan bahan organik).menyatakan besi (Fe) merupakan salah satu unsur hara esensial bagi

tumbuhan. Fungsi dari Fe ialah berperan dalam pembentukan klorofil. Oleh karena itu, ketersediaan Fe yang optimal dibutuhkan oleh tanaman. Bila Fe dalam larutan hara tidak tercukupi maka pembentukan klorofil tidak akan sempurna (Fatma *et al.*, 2013).

Proses penyerapan mineral dan air pada rumput laut dilakukan melalui seluruh bagian tubuhnya. Hikmah *et al.* (2013), menyatakan unsur mineral Mn diasimilasi dalam bentuk Mn^{2+} . Unsur mineral Mn pada tanaman diperlukan untuk pembentukan zat protein, vitamin (terutama vitamin C) dan untuk dapat mempertahankan keadaan klorofil pada daun (terutama daun tua). Mn bermanfaat bagi proses pertumbuhan tanaman, terutama dalam reaksi enzimatik dan katalistik. Mangan diperlukan untuk aktivitas beberapa enzim yaitu *dehidrogenase*, *dekarboksilase*, *kinase*, *oksidase* dan *peroksidase* serta diperlukan untuk membentuk O_2 dalam fotosintesis.

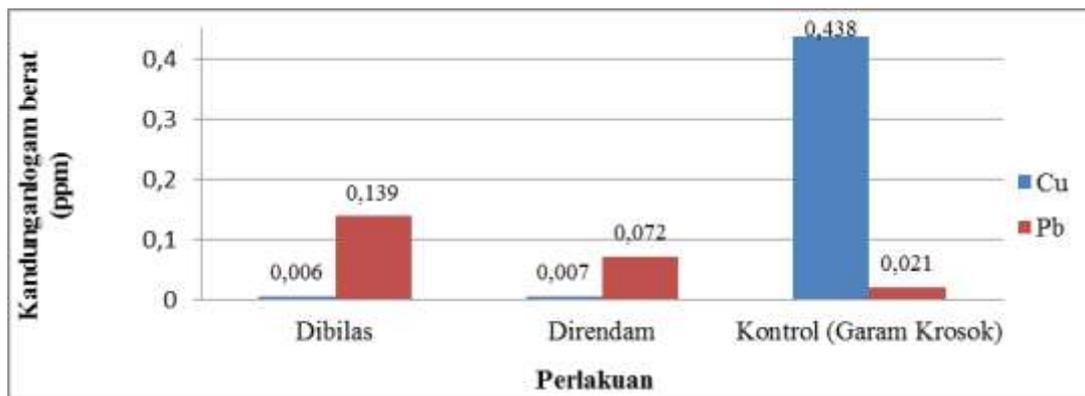
Tanaman menyerap Zn sebagian besar dalam bentuk *kation divalen* (Zn^{2+}), tetapi pada pH tinggi mungkin diserap sebagai *kation monovalen* ($ZnOH^+$). Fungsi Zn dalam tanaman adalah terlibat dalam beberapa fungsi enzim untuk meningkatkan reaksi-reaksi metabolik, sintesis senyawa-senyawa pertumbuhan tanaman, memproduksi klorofil dan karbohidrat *divalent* (Ratmini, 2014).

Dari data diatas menunjukkan bahwa garam rumput laut mempunyai kandungan Fe, Mn dan Zn yang lebih tinggi dari garam *krosok*, sehingga lebih menyehatkan. Oktokenia & Nuryanto (2016), menyatakan zat besi merupakan mineral esensial dan komponen penting dari metalloprotein yang terlibat dalam transport oksigen dan metabolisme. Zat besi bertanggung jawab untuk memproduksi *hemoglobin* pada *eritroblas*, jika zat besi yang disuplay ke sumsum tulang belakang tidak cukup akan terjadi kegagalan produksi hemoglobin dan jumlah sel darah merah dalam pembuluh darah berkurang, sehingga defisiensi zat besi dapat menyebabkan anemia. Suprayudi & Abdi (2016), menyatakan *mangan* berperan dalam pertumbuhan dan merupakan salah satu komponen penting pada sistem enzim. Defisiensi *mangan* dapat mengakibatkan pertumbuhan terhambat serta terganggunya sistem saraf dan proses reproduksi.

Kandungan Logam Berat

Hasil analisis uji kandungan logam berat pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. ditampilkan pada **gambar 4**.

Berdasarkan **gambar 4** menunjukkan bahwa kandungan Cu pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. dengan cara dibilas maupun direndam lebih rendah dibanding dengan garam *krosok*, sedangkan kandungan Pb lebih tinggi dari



Gambar 4. Perbandingan kandungan logam berat (Pb dan Cu) pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. secara dibilas dan direndam serta garam *krosok*.

garam *krosok*. Kandungan Cu yang rendah pada garam rumput laut dibanding garam *krosok* menandakan bahwa lingkungan hidup dari rumput laut yang digunakan sebagai sampel belum tercemar. Kandungan Cu yang rendah pada garam rumput laut dibanding garam *krosok* menandakan bahwa lingkungan hidup dari rumput laut yang digunakan sebagai sampel belum tercemar. Menurut Yulianto *et al.* (2006), kandungan logam berat Cu di rumput laut yang lebih kecil dibandingkan dengan logam berat Pb di rumput laut disebabkan kemampuan rumput laut menyerap logam berat Pb lebih besar dari pada menyerap logam berat Cu.

Kandungan Cu pada garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. dengan cara dibilas dan direndam mempunyai konsentrasi yang relatif hampir sama. Hal ini disebabkan karena kandungan Cu dalam *thallus Sargassum* sp. yang sedikit, serta letak dari Cu pada tanaman yang terdapat pada sel bagian

dalam yang berperan dalam proses enzimatik. Sedangkan kandungan Pb pada garam yang diekstrak secara dibilas mempunyai kandungan yang lebih besar dari yang diekstrak secara direndam. Hal ini karena konsentrasi Pb yang tinggi dalam *Sargassum* sp. dan sebagian besar mineral Pb telah larut pada saat dibilas. Selain itu, juga dapat disebabkan oleh letaknya mineral dalam sel rumput laut yang memudahkan keluar dari dalam *thallus* serta adanya pergerakan (pengadukan) pada saat dibilas yang membantu memudahkan logam keluar dari dalam sel *thallus*.

Berdasarkan data diatas dapat dikatakan bahwa kandungan logam berat Pb dan Cu pada garam rumput laut *Sargassum* sp. yang dibudidayakan di Teluk Awur tergolong masih rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Susanto *et al.*, (1995) dalam Pramesti (2016), yang menyatakan bahwa perairan Teluk Awur Jepara dan sekitarnya tergolong perairan

yang masih baik dibandingkan perairan lain di pantai Utara Jawa, sehingga rumput laut dapat tumbuh di tempat ini. Dari hasil uji kandungan Pb dan Cu ini juga menunjukkan bahwa garam rumput laut *Sargassum* sp. yang diperoleh dari perairan Teluk Awur Jepara ini tergolong masih aman jika dikonsumsi. Hal ini sesuai dengan Syarat mutu garam konsumsi menurut SNI 01-3556-2000 dimana batas maksimal kandungan Pb dan Cu dalam garam konsumsi yaitu maksimal 10 mg/Kg. Hal ini menunjukkan bahwa garam rumput memiliki kualitas yang lebih tinggi dari garam *krosok* meskipun garam *krosok* memenuhi syarat baku mutu garam konsumsi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa *rendemen* yang

diperoleh dari ekstrak garam rumput laut *Sargassum* sp. dengan cara dibilas lebih tinggi dibanding dengan cara direndam. Garam yang diekstrak dari rumput laut *Sargassum* sp. setelah dibilas dan direndam mempunyai kualitas yang lebih tinggi karena mempunyai kandungan mineral Ca, Fe, Mn dan Zn yang lebih tinggi dari garam *krosok*, akan tetapi kandungan Mg lebih rendah dari garam *krosok*. Kandungan logam berat Cu pada garam rumput laut lebih rendah dari garam *krosok*, sementara pada Pb lebih tinggi dibanding garam *krosok* dan masih tergolong rendah menurut SNI 01-3556-2000. Metode dibilas menghasilkan garam dengan kandungan mineral *makro* Ca dan Mg, *mikro* Fe, Mn, dan Zn serta logam berat Pb dan Cu yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode direndam.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. 2009. *Prinsip dasar ilmu gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Anggadiredja JT, Zalnika A, Purwoto H & Istini S. 2009. *Rumput laut*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ariyanti E, Sutopo S, dan Suwanto S. 2010. Kajian status hara makro Ca, Mg, dan S tanah sawah kawasan industri daerah Kabupaten Karanganyar. *Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah Dan Agroklimatologi*, 7(1).
- Cardoso MS, Pereira OR, Seca AML, Pinto DCGA, & Silva AMS. 2015. Seaweeds as preventive agents for cardiovascular diseases: from nutrients to functional foods. *Marine Drugs*, (13): 6838-6865.
- Dian N, Wayan I, & Ni Ketut. 2014. Profil mineral magnesium dan tembaga serum darah sapi Bali yang dipelihara di lahan tegalan. *Buletin Veteriner Udayana*, 6 (2): 119-123.
- Djukri D. 2009. Regulasi ion kalsium (Ca^{++}) dalam tanaman untuk menghadapi cekaman lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Fakultas MIPA. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Fatma P, Koesriharti K, & Sunaryo S. 2013. Pengaruh penambahan unsur

- hara mikro (Fe dan Cu) dalam media paitan cair dan kotoran sapi cair terhadap pertumbuhan dan hasil bayam merah (*Amaranthus Tricolor*L.) dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Produksi Tanaman*, 1 (3): 48-58.
- Hikmah N, Bunda H, & Muchyar M. 2013. Kandungan Cd (Cadmium) dan Mn (Mangan) pada daun tanaman sawi (*Brassica Juncea* L.) yang ditanam dengan penambahan lumpur hasil pengolahan limbah karet. *Jurnal Wahana-Bio*, volume 10.
- Iyer G, Yash G, Seema M, Palak V, & Vinod N. 2015. Uptake of potassium by algae and potential use as biofertilizer. *Ind J Plant Physiol*. DOI 10.1007/s40502-015-0165-4.
- Jovita D. 2018. Analisis unsur makro (K, Ca, Mg) mikro (Fe, Zn, Cu) pada lahan pertanian dengan metode *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrofotometry* (ICP-OES). *Skripsi*. FMIPA, Universitas Lampung Bandar. Lampung.
- Lobban CS & Harrison PJ. 1997. *Seaweed ecology and physiology*. United States of America: Cambridge University Press., 366 pp.
- Ma'ruf WF, Ratna Ibrahim, E Nurcahya Dewi, Eko Susanto & Ulfah Amalia. 2013. Profil rumput laut *Caulerpa racemosa* dan *Gracilaria verrucosa* sebagai edible food. *Jurnal Saintek Perikanan*, 9 (1): 68-74.
- Maharani MA & Widayanti R. 2010. Pembuatan alginat dari rumput laut untuk menghasilkan produk dengan rendemen dan viskositas tinggi. *Jurnal Teknik Kimia*. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Manalu L. 2007. Pemeriksaan kadar kalium iodat (KIO₃) dalam garam dan air yang dikonsumsi masyarakat Garoga Kabupaten Tapanuli Utara. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Perpustakaan USU. Medan.
- Mustofa A. 2018. Pengaruh total padatan tersuspensi terhadap biodiversitas makrozoobentos di Pantai Teluk Awur Kabupaten Jepara. *Jurnal Disprotek*, 9 (1).
- Oktokenia I & Nuryanto N. 2016. Hubungan asupan protein, zat besi, vitamin c dan seng dengan kadar hemoglobin pada balita stunting. *Journal of Nutrotion College*, 5 (4): 429-427.
- Peng Y, Enyi X, Kai Z, Mangaladoss F, Xianwen Y, Xuefeng Z, Yifei W, Bin Y, Xiuping L, Juan L & Yonghong L. 2013. Nutritional and chemical composition and antiviral activity of cultivated seaweed *Sargassum naozhouense* Tseng et Lu. *Marine Drugs*. 2013, 11, 20-32.
- Pramesti P, Susanto, Wills, Ali, Subagiyo & Yohanes. 2016. Struktur komunitas dan anatomi rumput laut di Perairan Teluk Awur Jepara dan Pantai Krakal Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19 (2): 81-94.
- Ramayullis R, Dewa P & Retno P. 2011. Asupan vitamin, mineral, rasio asupan kalsium dan fosfor dan hubungannya dengan kepadatan mineral tulang kalkaneus wanita. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 7 (3): 115-122.
- Ratmini S. 2014. Peluang peningkatan kadar seng (Zn) pada produk tanaman Serealia. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014*. Palembang 26-27 September 2014.
- Ritonga R, Yunasfi & Maragunung D. 2014. Tingkat kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) di Sungai Belawan Kecamatan Medan Sunggal Kota Medan. *Jurnal Aquacoastmarine*, 5 (4).
- Subandi S. 2013. Peran dan pengelolaan hara kalium untuk produksi pangan di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 6 (1): 1-10.

- Suprayudi M & Abdi MF. 2016. Analisa kadar mangan (Mn) pada air sumur di daerah Cipto Mulyo Kecamatan Sukun Kota Malang. *Journal Healthy Science*, 15-22.
- Surahman HA. 2011. Studi tentang laju penyerapan logam berat timbal (Pb) oleh rumput laut *Gracillaria* sp. di Kecamatan Jabon Kota Sidoarjo Provinsi Jawa Timur. *Tesis*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Susanto AB, Suwartimah Ken, Redjeki Sri & W Widjatmoko. 1995. Penelitian tentang ekologi *Halimeda* sp. di Perairan Jepara. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Syad AN, Shunmugiah KP, & Kasi PD. 2013. Seaweed as nutritional supplements: analysis of nutritional profile, physicochemical properties and proximate composition of *G.acerosa* and *S.wightii*. *Biomedicine and Preventive Nutrition*, 3: 139-144.
- Syafitri E. 2012. Pertumbuhan konsentrasi klorofil-a dan struktur makroalga *Gracillaria edulis* pada media mengandung Cu. *Skripsi*. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Winarso S. 2005. *Kesuburan tanah dasar kesehatan dan kualitas tanah*. Yogyakarta: Gava Media.
- Yulianto B, Raden Ario & Agung Triono. 2006. Daya serap rumput laut (*Gracillaria* sp.) terhadap logam berat tembaga (Cu) sebagai biofilter. *Ilmu Kelautan*, 11 (2): 72-78.