

Komposisi Kimia Tepung dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak *Ulva lactuca* dan Genjer (*Limnocharis flava*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Garam Rumput Laut

Chemical Composition of Flour and Antioxidant Activity of Extract *Ulva lactuca* and Genjer (*Limnocharis flava*) as Raw Materials for the Production of Seaweed Salt

Nurjanah*, Ramlan, Agoes Mardiono Jacoeb, dan Anggrei Viona Seulalae

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat, Indonesia

*Korespondensi penulis : nurjanah@apps.ipb.ac.id

Diterima: 19 Mei 2023; Direvisi: 17 Juni 2023; Disetujui: 28 Juni 2023

ABSTRAK

Rumput laut hijau *Ulva* sp. dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan garam rendah natrium tinggi kalium dari rumput laut. Peningkatan kandungan kalium dari garam rumput laut dapat ditambahkan dengan bahan alami salah satunya tanaman genjer (*Limnocharis flava*). Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan komposisi kimia tepung dan aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut *Ulva lactuca* dan *L. flava* sebagai bahan baku pembuatan garam rumput laut. Penelitian terdiri dari beberapa tahapan meliputi preparasi bahan baku *U. lactuca* dan tanaman genjer, pembuatan tepung rumput laut dan genjer, dan ekstraksi tepung rumput laut dan genjer. Parameter yang dianalisis meliputi komposisi kimia, logam berat, mineral, fitokimia, dan aktivitas antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan komposisi kimia tertinggi pada tepung *U. lactuca* dan *L. flava* yaitu karbohidrat dengan nilai sebesar $43,55 \pm 0,25\%$ dan $53,11 \pm 0,23\%$. Komposisi kimia terendah pada kadar abu tidak larut asam sebesar $0,62 \pm 0,02\%$ dan $0,54 \pm 0,01\%$. *U. lactuca* memiliki komposisi mineral Na 1,61 mg/g, K 18,95 mg/g, dan rasio mineral Na:K 0,08. *L. flava* memiliki komposisi mineral Na 1,09 mg/g, K 24,67 mg/g, dan rasio mineral Na:K 0,04. Ekstrak *U. lactuca* memiliki aktivitas antioksidan IC_{50} sangat kuat ($48,64 \pm 0,65$ ppm), kapasitas antioksidan 246,92 μ mol asam askorbat/g ekstrak, serta terdeteksi mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenol hidrokuinon, tanin, dan steroid. Ekstrak *L. flava* mengandung aktivitas antioksidan IC_{50} sedang ($138,86 \pm 0,40$ ppm), kapasitas antioksidan 116,92 μ mol asam askorbat/g ekstrak, serta terdeteksi mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenol hidrokuinon, dan steroid. Rumput laut *U. lactuca* dan tanaman genjer (*L. flava*) berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan garam rendah natrium dari rumput laut.

Kata Kunci : CUPRAC, DPPH, garam rumput laut, hipertensi, rasio Na:K

ABSTRACT

Green seaweed *Ulva* sp. has potential as raw material for production low sodium high potassium salt from seaweed. The potassium content can be increased by adding natural material such as genjer (*Limnocharis flava*). The aimed of this study was to get the chemical composition of flour and antioxidant activity of extract *U. lactuca* seaweed and genjer (*L. flava*) as raw materials for production seaweed salt. The research consisted of several stages including preparation of raw materials, production of seaweed and genjer flour, and extraction of *U. lactuca* and genjer flour. The result showed that *U. lactuca* and *L. flava* have high carbohydrate ($43.55 \pm 0.25\%$ and $53.11 \pm 0.23\%$) and low acid soluble ash ($0.62 \pm 0.02\%$ and $0.54 \pm 0.01\%$). *U. lactuca* has a mineral composition of Na 1.61 mg/g, K 18.95 mg/g, and the ratio of minerals Na:K 0.08. *L. flava* has a mineral composition of Na 1.09 mg/g, K 24.67 mg/g, and the ratio of minerals Na:K 0.04. *U. lactuca* extract had very strong IC_{50} antioxidant activity (48.64 ± 0.65 ppm), antioxidant capacity of 246.92 μ mol ascorbic acid/g extract, and was detected to contain alkaloids, flavonoids, phenol hydroquinones, tannins and steroids. *L. flava* extract contained moderate IC_{50} antioxidant activity (138.86 ± 0.40 ppm), antioxidant capacity of 116.92 μ mol ascorbic acid/g extract, and was detected to contain alkaloids, flavonoids, phenol hydroquinones, and steroids. Seaweed *U. lactuca* and genjer (*L. flava*) have potential to be used as raw materials for production low sodium salt from seaweed salt.

Keywords: CUPRAC, DPPH, seaweed salt, hypertension, Na:K ratio

PENDAHULUAN

Rumput laut termasuk tanaman yang habitatnya hidup melekat pada bagian substrat berpasir, pecahan karang, karang mati, dan karang hidup di perairan laut (Ain et al., 2014). Rumput laut tergolong sebagai tanaman tingkat rendah yang pada bagian batang, daun, dan akar tidak dapat dibedakan, sehingga lebih sering disebut dengan nama thallus (Anggadiredja et al., 2008). Alga secara umum dikelompokkan menjadi empat kelas meliputi Cholorophyceae (alga hijau), Phaeophyceae (alga cokelat), Rhodophyceae (alga merah), dan Cyanophyceae (alga hijau-biru). Rumput laut memiliki banyak komponen dan bervariasi, bernilai komersial serta mengandung pigmen, dan senyawa metabolit (Beacham et al., 2019). Rumput laut mengandung tiga jenis pigmen utama meliputi klorofil (klorofil a, klorofil b, dan klorofil c), karotenoid (xantofil dan karoten), dan fikobilin (fikosianin dan fikoeritrin) (Nasir et al., 2015).

Rumput laut telah dimanfaatkan sejak dulu kala dalam bidang pangan, khususnya bagi negara-negara Asia, sementara di bagian negara-negara Barat dalam bidang pangan, farmasi, dan kosmetik (Penalver et al., 2020). Di Indonesia sudah sejak lama rumput laut dimanfaatkan oleh masyarakat daerah pesisir untuk bahan untuk pangan dan pengobatan (Anggadiredja et al., 2006). Rumput laut sejauh ini sudah dimanfaatkan dalam inovasi di pangan salah satunya sebagai bahan baku garam rendah natrium (Nurjanah et al., 2020).

Rumput laut hijau terutama spesies *Ulva* sp memiliki kelimpahan yang sangat tinggi dan sejauh ini sudah dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan garam rumput laut yang rendah natrium (Nurjanah et al., 2018). Nurjanah et al. (2018) melaporkan dalam penelitiannya bahwasanya garam rumput laut dari *U. lactuca* menghasilkan rasio Na:K yang cukup tinggi yakni 2,5-3,88 pada perlakuan pemanasan berbeda. Rasio mineral Na:K yang ideal dalam pemenuhan diet garam untuk hipertensi yaitu mendekati 1 (WHO, 2012).

Nilai rasio mineral Na:K garam rumput laut yang tinggi dapat diturunkan dengan menggunakan penambahan bahan baku lain dengan kandungan kalium tinggi dan natrium rendah. Penggunaan bahan baku tambahan dalam pembuatan garam rumput laut yaitu genjer (*L. flava*). Genjer tergolong sebagai tanaman yang dapat tumbuh liar pada daerah persawahan, rawa, atau sungai. Genjer memiliki banyak manfaat, di antaranya memiliki peranan sebagai obat dikarenakan memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap dari protein, lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin (Chaidir et

al., 2016). Nurjanah et al. (2014) melaporkan dalam penelitiannya bahwasanya *L. flava* segar memiliki kandungan kalium 6.786,18 mg/100 g dan natrium 574,34 mg/100 g. *L. flava* dengan kandungan kalium yang tinggi dan natrium yang rendah diduga memiliki peranan dalam menurunkan rasio Na:K yang tinggi pada produk garam rumput laut.

Penelitian terkait penggunaan bahan baku dalam pembuatan garam rumput laut salah satunya spesies rumput laut hijau *U. lactuca* dari perairan berbeda belum pernah dilaporkan. Hasil penelitian sejauh ini yang baru dilaporkan oleh Nurjanah et al. (2018) berada di perairan Sekotong Nusa Tenggara Barat. Potensi genjer yang sudah dikeringkan dalam bentuk tepung juga belum pernah dilaporkan. Penelitian yang membahas karakteristik genjer sejauh ini dilaporkan dalam bentuk genjer segar dan dikukus (Nurjanah et al., 2014). Pembuatan garam rumput laut dilakukan menggunakan bahan dalam bentuk tepung (Nurjanah et al., 2018) sehingga informasi karakteristik bahan baku yang digunakan sangat diperlukan untuk memberikan informasi yang bermanfaat bagi masyarakat. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini yaitu mendapatkan komposisi kimia tepung dan aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut *U. lactuca* dan genjer (*L. flava*) sebagai bahan baku pembuatan garam rumput laut.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku utama dalam penelitian ini meliputi *Ulva lactuca* yang diambil dari Pantai Cibuaya, Desa Ujung Genteng, Kec. Ciracap, Kab. Sukabumi, Jawa Barat dan genjer (*L. flava*) yang diperoleh dari Desa Harumsari, Kec. Cipanas, Kab. Lebak, Banten. Bahan-bahan lain yang digunakan meliputi H₂SO₄ (Merck), akuades, HNO₃ (Merck), etanol PA 99,9% (Merck), Neocuproine (Sigma-Aldrich), amonium asetat, CuCl₂·2H₂O, dan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-Aldrich), HCl (Merck), dan asam askorbat (Merck).

Metode

Preparasi rumput laut

Rumput laut *U. lactuca* dibersihkan menggunakan air laut dari berbagai pasir, kotoran, dan tumbuhan lain yang menempel. Preparasi *L. flava* dilakukan menggunakan air tawar dengan membersihkan dari kotoran, tanah, dan organisme lain yang menempel. *U. lactuca* dan *L. flava* yang telah dicuci ditiriskan dan dimasukkan ke dalam karung sebagai wadah

selama proses transportasi. Tahapan dilanjutkan dengan proses pengeringan pada kedua sampel dengan angin selama ±14 hari dan dilanjutkan dengan pengeringan dehydrator selama 4 jam pada suhu 40°C. Selanjutnya, sampel yang sudah kering dihaluskan menjadi tepung dengan alat blender selama ±30 detik, dan dilanjutkan pengayakan dengan saringan mesh no 60. Hasil pengayakan berupa tepung *U. lactuca* dan tepung genjer lalu dianalisis meliputi komposisi kimia, kadar logam berat, komposisi mineral, dan rasio mineral Na:K.

Ekstraksi rumput laut (Modifikasi Savitri et al., 2017)

Tahap ekstraksi komponen bioaktif dilakukan pada masing-masing sampel kering *U. lactuca* dan genjer yang masing-masing dimaserasi sebanyak 50 g dengan 300 mL pelarut etanol PA 99,9% menggunakan wiseshake (Wisd Orbital Shaker SHO-1D) selama 24 jam. Ekstrak cair disaring dengan kain blacu ukuran 500 mikron dan dilanjutkan penyaringan dengan kertas saring (Whatman 42) ukuran 0,45 µm. Ekstrak cair dievaporasi dengan rotary vacuum evaporator (RV 10 digital V) pada suhu 50°C. Ekstrak yang dihasilkan dianalisis rendemen, fitokimia secara kualitatif, dan aktivitas antioksidan metode DPPH dan CUPRAC.

Analisis proksimat

Analisis proksimat yang terdiri atas kadar air, abu, protein, lemak, serat kasar, dan karbohidrat serta abu tidak larut asam terhadap tanaman genjer dan *U. lactuca* dilakukan mengacu pada AOAC (2005) (BSN, 2010).

Analisis rendemen

Analisis rendemen dilakukan dengan membandingkan total ekstrak yang didapatkan dengan jumlah bahan baku yang digunakan. Analisis rendemen dilakukan bertujuan untuk menghitung presentase ekstrak kasar yang dihasilkan.

Analisis komposisi mineral dan kadar logam berat (AOAC, 2005)

Analisis komposisi mineral terdiri dari kalsium, natrium, magnesium, kalium, dan besi serta kadar logam berat timbal, merkuri, arsen, dan kadmium. Sampel 10 g dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, selanjutnya ditambah 5 mL HNO₃. Campuran selanjutnya dibiarkan di ruang asam selama 1 jam pada suhu ruang, selanjutnya dipanaskan menggunakan *hot plate* pada suhu 120°C selama 4 jam. Campuran ditambah kembali dengan

0,4 mL H₂SO₄ dan dipanaskan di atas *hot plate* selama ±1 jam. Campuran ditambah 2-3 tetes larutan yang telah dicampurkan HCl dan HNO₃ dengan rasio 2:1. Selanjutnya ditunggu hingga campuran mengalami perubahan dari warna cokelat menjadi kuning tua dan berubah menjadi kuning muda, kemudian dilakukan pemanasan selama 10-15 menit. Campuran dipindahkan dan didinginkan, lalu tambahkan akuades sebanyak 2 mL dan HCl sebanyak 0,6 mL. Campuran kemudian dipanaskan kembali selama ±15 menit. Selanjutnya diperoleh larutan hasil pengabuan basah yang kemudian ditera ke dalam labu takar 100 mL dengan air demineral. Hasil pengabuan basah kemudian dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dan dilakukan pengukuran dengan panjang gelombang yang berbeda-beda pada logam jenis mineral dan logam berat.

Analisis fitokimia (Harborne, 1987)

Pengujian fitokimia bertujuan untuk menentukan komponen senyawa aktif yang terdapat dalam sampel *U. lactuca* dan *L. flava*. Analisis fitokimia yang dilakukan pada masing-masing sampel meliputi uji alkaloid (dragendorff, meyer dan wagner), flavonoid, steroid, saponin, fenol dan tannin.

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

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan beberapa konsentrasi ekstrak kasar antara lain 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Standar yang digunakan adalah vitamin c (asam askorbat) menggunakan beberapa konsentrasi meliputi 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm. Larutan dipersiapkan dengan mereaksikan 4,5 mL yang terdiri dari ekstrak sampel yang telah diencerkan beserta pelarut yang digunakan, lalu ditambah 0,5 mL DPPH, kemudian dihomogenkan selama 30 detik menggunakan vortex. Campuran diinkubasi pada suhu ruang dan ruang gelap selama 30 menit. Campuran diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Larutan blanko juga dipersiapkan yaitu mencampurkan 4,5 mL pelarut etanol dan 0,5 mL larutan DPPH. Aktivitas antioksidan bertujuan mengetahui persentase pengikatan radikal bebas 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 mempersiapkan 0,3 mL ekstrak sampel dan masing-masing 1 mL $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,01 M; neokuproin etanolik 0,0075 M; buffer amonium asetat pH 7 1 M; dan 0,8 mL akuades. Volume larutan diperoleh sebesar 4,1 mL, selanjutnya homogenisasi menggunakan vortex campuran sampel dan reagen, lalu inkubasi selama 30 menit pada suhu ruang. Selanjutnya diukur absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 450 nm. Standar yang digunakan adalah asam askorbat pada konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm. Hasil absorbansi dikonversi ke kapasitas antioksidan yang dinyatakan dalam μmol asam askorbat/g.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi dan Klasifikasi Bahan Baku

Ulva lactuca memiliki talus yang berbentuk tipis dan lembaran licin. Talus berwarna hijau tua yang

memiliki tepi lembaran bergelombang. Bagian pangkal talus dapat berperan untuk tempat melekat antara alga dengan substrat (Nurmiyati, 2013). Klasifikasi dari *U. lactuca* menurut Dodge (1973) terdiri atas : Kingdom Plantae, Filum Chlorophyta, Kelas Ulvophyceae, Ordo *Ulvales*, Famili *Ulvaceae*, Genus *Ulva*, dan spesies *Ulva lactuca*.

Genjer memiliki nama lain yaitu *yellow velvetleaf*, sayur air, dan gendot. Genjer merupakan spesies tanaman air asli dari Amerika Tengah dan tumbuh di lahan basah, serta memiliki peranan penting dalam ekosistem rantai makanan (Neeratanaphan et al., 2016). Klasifikasi genjer menurut Plantamor (2008) antara lain : Kingdom Plantae, Filum Magnoliophyta, Kelas Liliopsida, Ordo Alismatales, Famili Limnocharitaceae, Genus *Limnocharis*, dan Spesies *Limnocharis flava*.

Komposisi Kimia *Ulva lactuca* dan *Limnocharis flava*

Komposisi kimia yang di analisis, meliputi kadar air, abu, lemak, protein, serat kasar, karbohidrat, dan abu tidak larut asam. Komposisi kimia tepung *U. lactuca* dan *L. flava* dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Morfologi *Ulva lactuca*
Figure 1. Morphology of *Ulva lactuca*



Gambar 2. Morfologi genjer (*Limnocharis flava*)
Figure 2. Morphology of genjer (*Limnocharis flava*)

Tabel 1. Komposisi kimia tepung *Ulva lactuca* dan genjerTable 1. Chemical composition of *Ulva lactuca* and genjer flour

Parameter/Parameters (%)	<i>U. lactuca</i>	Genjer/Genjer (<i>L. flava</i>)
Air/Moisture	7.25±0.37	5.47±0.35
Abu/Ash	41.05±0.40	23.83±0.24
Lemak/Lipid	0.83±0.21	2.89±0.22
Protein/Protein	7.33±0.08	14.71±0.15
Serat kasar/Crude fiber	1.07±0.40	18.13±0.87
Karbohidrat (by difference)/Carbohydrate	43.55±0.25	53.11±0.23
Abu tidak larut asam/Acid insoluble ash	0.62±0.02	0.54±0.01

Tabel 1 menunjukkan bahwasanya *U. lactuca* dan *L. flava* memiliki komposisi kimia yang berbeda-beda. Kadar air yang didapatkan pada *U. lactuca* 7,25% dan genjer 5,47%. Hasil kadar air rumput laut *U. lactuca* sesuai yang dilakukan Mahasu et al. (2016) dan Zakaria et al. (2017) sebesar 10,32% dan 7,43%. Kadar air yang rendah dapat dipengaruhi karena terdapatnya proses pengeringan pada bahan baku yang digunakan (Yuniarti et al., 2013).

Kadar abu yang didapatkan pada *U. lactuca* lebih tinggi daripada genjer. Mayer et al. (2011) melaporkan bahwa komponen tertinggi pada rumput laut, yaitu kadar abu bernilai 8,4-43,6% yang meliputi mineral makro dan *trace element*. Kadar abu *U. lactuca* yang tinggi mengindikasikan banyaknya mineral yang terkandung didalamnya. Kadar abu yang tinggi pada rumput laut juga memiliki kaitan dengan dinding sel meliputi komponen polisakarida dan protein yang mengandung grup karboksil anionik, sulfat, dan fosfat (Davis et al., 2003). Komposisi kadar abu pada spesies *U. lactuca* juga dapat berasal dari habitat tempat tumbuhnya (Mwalugha et al., 2015). Tingginya kadar abu pada genjer diduga memiliki kaitan dengan substratnya. Genjer yang diambil hidup di perairan sawah yang banyak terkait lumpur sehingga memengaruhi kadar abu yang tinggi pada genjer. *U. lactuca* memiliki kadar abu 24,97% (Nufus et al., 2017); 37,07% (Mahasu et al. 2016), sedangkan genjer segar memiliki kadar abu 0,70% (Nurjanah et al., 2014).

Kadar lemak yang diperoleh pada bahan baku tepung tergolong rendah. Kadar lemak *U. lactuca* lebih rendah dibandingkan genjer. Buah dan sayuran memiliki kadar lemak yang rendah, serta memiliki peranan dalam mempertahankan tekstur dan warna (Prabandari et al., 2005). Rumput laut secara umum memiliki kadar lemak yang relatif rendah (Patel et al., 2010). Penelitian Zakaria et al. (2017) menunjukkan kadar lemak *U. lactuca* kering sebesar

0,36%. Nurjanah et al. (2014) menyatakan sampel tanaman genjer memiliki kadar lemak segar 0,20%. Lemak berperan sebagai cadangan makanan bagi tanaman dan alga yang akan dihidrolisis oleh lipase pada perkecambahan biji (Permana et al., 2013). Lemak juga berperan sebagai pelindung tubuh dari perubahan suhu khususnya suhu rendah, penghemat protein, dan penyusun membran sel (Angelia, 2016).

Kadar protein *U. lactuca* 7,33%, sedangkan genjer 14,71%. Santi et al. (2012) dalam penelitiannya terhadap *U. lactuca* memperoleh kadar protein 2,85%. Nufus et al. (2017) melaporkan bahwa kadar protein *U. lactuca* dengan pengeringan angin-angin 5,14%. *U. lactuca* secara umum memiliki kandungan protein dengan jumlah yang relatif rendah yang tersusun atas sebanyak 17 jenis asam amino esensial di antaranya leusin, lisin, valin, metionin, dan fenilalanin (Santi et al., 2012). Genjer segar memiliki kadar protein 2,8% (Nurjanah et al., 2014). Perbedaan kandungan protein dapat disebabkan karena perbedaan musim, spesies, dan kondisi geografis (Ratana-arporn & Chirapart, 2006).

Kadar serat kasar yang diperoleh pada genjer lebih tinggi dibandingkan pada *U. lactuca*. Tingginya kadar serat kasar pada genjer diduga disebabkan oleh genjer yang semakin tua mengalami penebalan sekunder dinding sel, sehingga cenderung meningkatkan selulosa atau lignin, sedangkan pada rumput laut dinding sel belum sempurna sehingga memiliki kadar serat yang lebih rendah. Pendewasaan pada batang genjer menyebabkan penumpukan xilem yang kaya lignin, xylans, dan selulosa. Pertumbuhan batang genjer yang semakin tua menyebabkan batang genjer memiliki kadar serat kasar semakin tinggi (Jacob et al., 2010). Mahasu et al. (2016) melaporkan dalam penelitiannya bahwasanya *U. lactuca* memperoleh

kadar serat kasar 13,72%. Nurjanah et al. (2014) terhadap genjer segar memperoleh serat 1,31%. Perbedaan kadar serat dalam suatu bahan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu jenis spesies, musim, umur panen, kondisi lingkungan sampel tumbuh, dan lokasi geografis (Ortiz et al., 2006).

Kadar karbohidrat pada penelitian ini menunjukkan hasil tertinggi di antara komposisi kimia lainnya. Nufus et al. (2017) melaporkan bahwasanya *U. lactuca* kering memperoleh kadar karbohidrat 36,49%. Nurjanah et al. (2014) melaporkan bahwasanya genjer segar memperoleh kadar karbohidrat 1,70%. Perbedaan kandungan karbohidrat, protein, lemak, abu, dan air dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, letak geografis, kandungan nutrisi, habitat, pengaruh musim, kedalaman, dan umur talus (Costa et al., 2018).

Kadar abu tak larut asam yang diperoleh pada kedua sampel masih tergolong rendah. Bahan pangan yang memiliki kadar abu tak larut asam tinggi kurang aman untuk dikonsumsi. Kadar abu tidak larut asam berdasarkan SNI 2354.1-2010 tidak boleh melebihi 1% (BSN, 2010). Kadar abu tidak larut asam merupakan kontaminasi yang terjadi pada kelompok mineral atau logam yang tidak memiliki kemampuan larut asam pada produk. Kadar abu tak larut asam pada umumnya memiliki kandungan dapat diperoleh dari pasir atau tanah (Guntari et al., 2015).

Komposisi Mineral *U. lactuca* dan *L. flava*

Analisis komposisi mineral pada *U. lactuca* dan genjer yang dilakukan terdiri atas Ca, Na, Mg, K, dan Fe. Komposisi mineral dari kedua sampel dapat ditinjau pada Tabel 2.

Tepung *U. lactuca* memiliki kandungan mineral Ca terbesar dibanding mineral lain dan memiliki hasil lebih tinggi dibandingkan dengan mineral Ca

genjer berturut-turut 38,06 mg/g dan 4,08 mg/g. Kandungan kalsium yang tinggi pada *U. lactuca* diduga dipengaruhi oleh habitatnya. Kondisi tempat tumbuh rumput laut banyak mengandung kalsium, sehingga kadar kalsium pada rumput laut besar (Handayani et al., 2004). *U. lactuca* kering memperoleh kandungan kalsium 17,95 mg/g (Nufus et al., 2017). Sampel genjer dalam kondisi segar, kukus 3 menit, dan kukus 5 menit yang memperoleh kandungan kalsium berturut-turut 18,92 mg/g, 8,12 mg/g, dan 4,46 mg/g (Nurjanah et al., 2014). Mineral kalsium bermanfaat dalam biokimia tubuh dan proses fisiologis pembentukan tulang dan gigi. Mineral kalsium juga memiliki peranan dalam melakukan pengaturan fungsi sel, meliputi penggumpalan darah, proses kontraksi otot, proses transmisi saraf, dan melindungi membran sel yang terdapat pada bagian dalam cairan ekstraseluler dan intraseluler (Pujiastari et al., 2015).

Kandungan mineral natrium (Na) lebih tinggi pada *U. lactuca* dibanding genjer. Nufus et al. (2017) melaporkan bahwa *U. lactuca* yang diperoleh di daerah Perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat mengandung Na 22,27 mg/g. Nurjanah et al. (2014) dalam penelitiannya menggunakan sampel genjer segar, kukus 3 menit, dan kukus 5 menit memperoleh mineral Na berturut-turut 5,74 mg/g, 1,7 mg/g, dan 0,98 mg/g. Kandungan mineral Na bermanfaat dalam menentukan keseimbangan osmotik, asam basa, dan cairan di dalam tubuh (Laily et al., 2019). Mineral Na berperan juga dalam fungsi sel normal dan transmisi impuls saraf tubuh (Nurjanah et al., 2013).

Mineral magnesium (Mg) yang didapatkan pada *U. lactuca* jauh lebih tinggi dibandingkan pada genjer. Penelitian Nufus et al. (2017) mendapatkan kandungan magnesium 22,23 mg/g. Tingginya kandungan mineral magnesium berbanding lurus dengan tingginya kandungan abu pada bahan baku rumput laut. Semakin tinggi kadar abu pada rumput

Tabel 2. Komposisi mineral tepung *U. lactuca* dan genjer

Table 2. Mineral composition of *U. lactuca* and genjer flour

Mineral/Mineral (mg/g)	<i>U. lactuca</i>	Genjer/Genjer (<i>L. flava</i>)
Ca	38.06±0.12	4.08±0.03
Na	1.61±0.08	1.09±0.01
Mg	24.51±0.01	1.48±0.00
K	18.95±0.11	24.67±0.10
Fe	0.40±0.00	0.52±0.00
Na:K ratio	0.08	0.04

laut maka kandungan mineralnya juga akan semakin tinggi. Peranan mineral magnesium di dalam tubuh meliputi pengaturan tekanan darah, kadar glukosa darah, dan proses sintesa protein, serta fungsi saraf dan otot (Saidah & Yusup, 2016).

Kandungan kalium pada *U. lactuca* 18,95 mg/g, sedangkan genjer 24,67 mg/g. Kalium yang tinggi pada kedua sampel menunjukkan hasil yang bagus untuk pembuatan garam rumput laut. Nufus et al. (2017) melaporkan bahwa *U. lactuca* memperoleh kalium 12,28 mg/g. Kandungan kalium genjer yang didapatkan juga berbeda dengan Nurjanah et al. (2014) yang meneliti sampel segar memperoleh 67,86 mg/g. Peranan mineral kalium di dalam tubuh antara lain berperan dalam kation sel, membantu keseimbangan asam basa, dan mengatur osmotik cairan dalam tubuh (Gunawan et al., 2016).

Kandungan mineral besi yang didapatkan pada kedua sampel termasuk paling kecil dibandingkan dengan mineral-mineral yang lain. Nufus et al. (2017) melaporkan bahwa *U. lactuca* yang di ambil di Perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat dengan kandungan mineral besi 0,18 mg/g. Nurjanah et al. (2014) melaporkan bahwa kandungan mineral besi pada genjer segar 0,19 mg/g. Zat gizi besi memiliki peranan di dalam tubuh terutama dalam membantu produksi sel darah merah (Nurjanah et al., 2013).

Rasio yang diperoleh pada mineral Na:K *U. lactuca* 0,08 dan genjer 0,04. Nufus et al. (2017) melaporkan bahwa *U. lactuca* yang diperoleh di Perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat memiliki rasio Na:K 1,81. Penelitian Magnusson et al. (2016) terhadap *U. lactuca* memiliki rasio Na:K berturut-turut 1,3 dan 2,0. Penelitian Nurjanah et al. (2014) terhadap genjer yang diberi perlakuan segar, kukus 3 menit, dan kukus 5 menit memiliki rasio Na:K berturut-turut 0,09, 0,03, dan 0,03. Rumput laut yang memiliki rasio Na:K yang rendah yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan garam fungsional yang memiliki peran sebagai pencegah hipertensi (Rodrigues et al., 2015).

Kadar abu dalam bahan pangan memiliki kaitan dengan total mineral yang dihasilkan, artinya semakin banyak jumlah kadar abu maka total mineral yang dihasilkan juga akan semakin banyak, dan sebaliknya semakin sedikit total kadar abu yang diperoleh maka total mineral yang didapatkan akan lebih sedikit (Ratana-arporn & Chirapart, 2006). Kandungan mineral yang terkandung dalam rumput laut dapat berbeda-beda, hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor meliputi perbedaan spesies, faktor fisiologis, dan kondisi geografis (Ruperez, 2002).

Kadar Logam Berat *U. lactuca* dan *L. flava*

Logam berat merupakan zat pencemar perairan dan sangat berbahaya bagi makhluk hidup. Logam berat dapat merusak habitat dan ekosistem perairan. Logam berat termasuk zat beracun dan umumnya bersifat karsinogenik (Kurniasari, 2010). Pengujian kadar logam berat dilakukan untuk menentukan cemaran logam pada *U. lactuca* dan genjer. Pengujian kadar logam berat yang dilakukan terdiri atas Pb, Hg, As, dan Cd. Kadar logam berat dari kedua sampel dapat dilihat pada Tabel 3.

Kadar logam berat Pb pada *U. lactuca* dan genjer melewati standar, merkuri (Hg) dan arsen (As) pada kedua sampel tidak terdeteksi, kadar kadmium (Cd) *U. lactuca* melewati standar, sedangkan genjer masih berada di bawah standar. Kadar logam berat yang tinggi diduga disebabkan oleh aktivitas pembuangan limbah pada perairan umum yang sampai ke tempat pertumbuhan *U. lactuca* dan genjer. Kadar logam berat Pb pada *U. lactuca* yang tinggi juga diduga dipengaruhi adanya curah hujan pada bulan desember yang tinggi ketika pengambilan sampel. Tingginya curah hujan dapat menyebabkan kadar logam berat Pb di perairan akan semakin meningkat. Logam berat timbal mampu masuk ke dalam perairan dengan bantuan air hujan melalui proses pengkristalan yang terjadi di udara. Logam berat timbal sudah masuk ke perairan

Tabel 3. Kadar logam berat tepung *U. lactuca* dan genjer

Table 3. Heavy metal content of *U. lactuca* and genjer flour

Parameter/ Parameters	<i>U. lactuca</i> (mg/kg)	Genjer (<i>L. flava</i>) (mg/kg)	BSN (2009)/ ISN (2009) (mg/kg)	BPOM (2018) (mg/kg)
Pb	2.00±0.10	1.61±0.03	Max. 0.5	Max. 0.2
Hg	<0.005	<0.005	Max. 0.03	Max. 0.03
As	<0.002	<0.002	Max. 1.0	Max. 0.15
Cd	0.80±0.00	0.05±0.00	Max. 0.2	Max. 0.05

dapat terakumulasi ke rumput laut dan akan diserap melalui dinding sel (Azizah et al., 2018). Tingginya logam berat Pb pada genjer diduga disebabkan oleh kemampuan genjer menyerap logam berat Pb sehingga dapat meningkatkan kadar logam berat Pb semakin besar (Haryati et al., 2012).

Kadar logam kadmium yang tinggi pada tanaman dapat disebabkan oleh penggunaan pupuk, pestisida dan polusi udara (Resti, 2016). Rumput laut yang memiliki kandungan logam berat kadmium yang tinggi dapat disebabkan oleh terjadinya pencemaran perairan akibat aktivitas manusia berupa transportasi laut yang memanfaatkan bahan bakar dan limbah domestik yang mampu meningkatkan logam berat kadmium (Teheni & Syamsidar, 2013).

Logam berat dalam jumlah berlebih yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat menjadi racun dan memengaruhi perubahan fungsi kinerja tubuh (Sinulingga et al., 2015). Logam berat timbal memiliki kemampuan toksisitas yang tinggi bagi manusia, hal ini dikarenakan dapat menyebabkan kerusakan perkembangan pada otak anak-anak, anemia, dan sel-sel darah merah (Dewa et al., 2015). Merkuri merupakan logam berat yang paling berbahaya, hal ini karena dapat menyerang saraf manusia (Fatmawati et al., 2011). Arsen merupakan logam memiliki kemampuan dalam merusak ginjal dan menyebabkan terjadinya penyakit kronis (Pantow et al., 2018). Kadmium dapat membahayakan tubuh manusia dalam jangka waktu panjang, terutama organ hati dan ginjal (Istarani & Pandebesie, 2014).

Nurjanah et al. (2020) melaporkan bahwa kadar logam berat dalam suatu bahan pangan dapat mengalami penurunan ketika diberi perlakuan dalam pengolahan menjadi produk pangan. Perlakuan pengolahan yang dilakukan seperti proses pengeringan, dan proses ekstraksi menggunakan pelarut akuades. Residu yang rendah atau mengalami penurunan pada pembuatan garam sehat dari rumput laut dapat disebabkan karena bahan baku dilarutkan dalam akuades melalui proses penyaringan. Bagian filtrat yang diperoleh melalui penyaringan akan menjadi garam rumput laut. Bagian residu yang yang diperoleh melalui proses penyaringan memungkinkan membawa kandungan logam berat, sehingga kandungan logam berat yang dihasilkan pada produk akan mengalami penurunan. Widowati et al. (2017) juga melaporkan dalam penelitiannya bahwasanya pengolahan yang dilakukan pada bahan pangan dapat menyebabkan terjadinya penurunan kadar logam berat terhadap produk pangan yang dihasilkan.

Rendemen Ekstrak

Ekstraksi dilakukan untuk mendapatkan rendemen ekstrak kasar dari *U. lactuca* dan tanaman genjer yang mengandung komponen bioaktif. Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi. Hasil penelitian menunjukkan rendemen ekstrak *U. lactuca* sebesar 0,97% dan genjer sebesar 3,35%. Ekstrak yang dihasilkan pada *U. lactuca* berwarna hijau, sedangkan pada *L. flava* berwarna coklat. Ekstrak yang dihasilkan pada *U. lactuca* lebih kecil dibandingkan pada *L. flava*. Rendahnya rendemen ekstrak *U. lactuca* diduga disebabkan oleh *U. lactuca* yang memiliki senyawa polar lebih banyak larut pada pelarut etanol daripada senyawa non polarnya. Ekstrak *U. lactuca* yang diambil di Perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat yang diekstraksi dengan metode maserasi 50 g dilarutkan dengan etanol 99,9% sebanyak 200 mL diperoleh rendemen 0,84% (Nufus et al., 2017).

Nurjanah et al. (2014) melaporkan bahwa genjer segar yang diperoleh dari Desa Cikarawang, Kec. Dramaga, Kab. Bogor yang dimaserasi dengan pelarut etanol 96% memperoleh rendemen sebesar 9,29%. Perbedaan yang diperoleh pada hasil rendemen ekstrak dapat disebabkan karena terdapatnya variasi pada jenis pelarut yang digunakan, suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, umur panen, perbedaan metode ekstraksi, ukuran simplisia, perbedaan habitat bahan baku serta perbedaan rasio bahan dan pelarut (Kumar et al., 2012).

Kandungan Senyawa Aktif Ekstrak

Uji fitokimia bertujuan menentukan kandungan senyawa bioaktif yang terdapat dalam tumbuhan dan memiliki peranan untuk kesehatan tubuh manusia (Nurjanah et al., 2012). Kandungan fitokimia yang terdapat pada *U. lactuca* dan genjer dilakukan pengujian dengan kualitatif yang didasarkan pada terjadinya perubahan warna atau terdapatnya endapan yang terbentuk yang dapat disebabkan karena terdapatnya pengaruh reagen yang diberikan. Pengujian kandungan fitokimia ekstrak kedua sampel meliputi alkaloid, fenol, flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, dan tanin.

Hasil pengujian senyawa aktif ekstrak *U. lactuca* positif (terdeteksi) mengandung alkaloid (mayer, wagner, dan dragendorf), flavonoid phenol hidrokuinon, tannin, dan steroid serta negatif (tidak terdeteksi) saponin dan triterpenoid. Hasil pengujian senyawa aktif ekstrak *L. flava* (genjer) positif

(terdeteksi) mengandung alkaloid (mayer, wagner, dan dragendrof), flavonoid phenol hidrokuinon, dan steroid; serta negatif (tidak terdeteksi) saponin, tannin, dan triterpenoid.

Nufus et al. (2017) melaporkan bahwa rumput laut yang diambil di Perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat positif mengandung alkaloid, flavonoid, fenol hidrokuinon, steroid, dan triterpenoid, serta negatif pada saponin dan tanin. Nurjanah et al. (2014) melaporkan bahwa genjer yang diambil di Desa Cikarang, Kec. Dramaga, Kab. Bogor yaitu positif mengandung steroid, saponin, benedict, fenol hidrokuinon, sedangkan negatif pada alkaloid, flavonoid, molisch, ninhidrin, dan biuret. Komponen senyawa aktif dari rumput laut banyak dimanfaatkan dalam industri makanan, farmasi, kosmetik, nutrasetika, dan biomedis. Senyawa metabolit yang diekstraksi dari rumput laut memiliki aktivitas biologis yang berperan untuk kesehatan seperti antioksidan, imunomodulasi, dan antikoagulasi (Perez et al., 2016).

Aktivitas dan Kapasitas Antioksidan Ekstrak

Pengujian antioksidan dilakukan pada ekstrak *U. lactuca* dan genjer bertujuan untuk menentukan potensi aktivitas antioksidan (DPPH) dan kapasitas antioksidan (CUPRAC) dari kedua sampel. Aktivitas antioksidan DPPH pada sampel ekstrak *U. lactuca* diperoleh nilai IC_{50} sebesar $48,64 \pm 0,65$ ppm; sedangkan pada *L. flava* sebesar $138,86 \pm 0,40$ ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ekstrak *U. lactuca* memiliki kemampuan menangkap radikal bebas yang termasuk sangat kuat, sedangkan ekstrak genjer termasuk sedang. Molyneux (2004) melaporkan bahwasanya senyawa yang telah dilakukan pengujian jika menghasilkan nilai IC_{50} yang diperoleh <50 ppm maka aktivitas antioksidan termasuk sangat kuat, nilai IC_{50} antara 50-100 ppm termasuk kuat, nilai IC_{50} antara 101-150 ppm termasuk sedang, dan nilai IC_{50} antara 151-200 ppm termasuk lemah. Aktivitas antioksidan pada penelitian ini diduga disebabkan oleh penggunaan pelarut etanol *pure analysis* 99,9%. Etanol termasuk jenis pelarut polar yang mudah larut dengan bahan, sehingga dapat menarik dengan mudah senyawa aktif yang terdapat dalam bahan tersebut (Arbi et al., 2016).

Kemampuan antioksidan ekstrak dalam menangkap radikal DPPH dapat diamati melalui perubahan warna DPPH dari ungu menjadi kuning melalui proses transfer elektron. Jumlah elektron yang semakin banyak disumbangkan, maka dapat menyebabkan semakin memudarnya warna ungu yang dihasilkan dan mendekati terbentuknya

warna kuning cokelat yang menunjukkan aktivitas antioksidan yang semakin tinggi dalam ekstrak. Nufus et al. (2017) melaporkan bahwa *U. lactuca* yang diekstraksi dengan metode maserasi dengan pelarut etanol 99,9% yang diambil di Perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat memiliki IC_{50} 43,53 mg/L (ppm), sehingga tergolong sangat kuat untuk menangkap radikal bebas.

Kapasitas antioksidan CUPRAC ekstrak rumput laut *U. lactuca* dan *L. flava* berturut-turut yaitu $246,92 \pm 0,54$ μ mol asam askorbat/g ekstrak dan $116,92 \pm 0,64$ μ mol asam askorbat/g ekstrak. Semakin tinggi nilai CUPRAC menunjukkan semakin kuat aktivitas antioksidannya (Apak et al., 2007). Kapasitas antioksidan CUPRAC *U. lactuca* 197,50 μ mol asam troloks/g ekstrak (Nufus et al., 2017). Kapasitas antioksidan CUPRAC memiliki prinsip yaitu memiliki kemampuan dalam mereduksi kelat Cu^{2+} dengan warna biru toska menjadi Cu^{+} dengan warna kuning. Kapasitas antioksidan tersebut terjadi karena adanya interaksi penyumbangan elektron (Apak et al., 2007). Perbedaan hasil kapasitas antioksidan dapat dipengaruhi oleh jenis sampel, suhu pengeringan, dan kondisi sampling meliputi lokasi pengambilan, kedalaman, suhu, cahaya matahari, dan salinitas (Salma et al., 2019).

KESIMPULAN

Tepung *U. lactuca* dan genjer (*L. flava*) memiliki kandungan abu dan karbohidrat yang tinggi. Kandungan mineral tertinggi tepung *U. lactuca* yaitu kalsium, sedangkan pada genjer kalium. Ekstrak *U. lactuca* terdeteksi mengandung aktivitas antioksidan (DPPH) sangat kuat, kapasitas antioksidan (CUPRAC) 246,92 μ mol asam askorbat/g ekstrak, serta senyawa fenol hidrokuinon, flavonoid, alkaloid, steroid, dan tanin. Ekstrak *L. flava* terdeteksi mengandung aktivitas antioksidan (DPPH) sedang, kapasitas antioksidan (CUPRAC) 116,92 μ mol asam askorbat/g ekstrak; serta senyawa fenol hidrokuinon, alkaloid, flavonoid, dan steroid. Rasio mineral Na:K pada *U. lactuca* dan *L. flava* berturut-turut adalah 0,08 dan 0,04. *U. lactuca* dan *L. flava* dapat dimanfaatkan dalam pembuatan produk garam rumput laut yang memiliki peran sebagai pencegah hipertensi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibantu pendanaan oleh Kementerian Riset dan Teknologi DIKTI melalui BOPTN DIKTI skema 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 Maqueres*, 3(1), 99-107. doi:10.14710/marj.v3i1.4426.
- Angelia, I. O. (2016). Analisis kadar lemak pada tepung ampas kelapa. *Jurnal Technopreneur*, 4(1), 19-23. doi:10.30869/jtech.v4i1.42.
- Anggadiredja, J.T., Zatinika, A., Purwoto, H., & Istini, S. (2006). *Rumput Laut*. Penebar Swadaya.
- Anggadiredja, J.T., Zatinika, A., Purwoto, H., & Istini, S. (2008). *Rumput Laut; Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial*. Penebar Swadaya.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2005). *Official method of analysis of the association of official analytical of chemist*.
- Apak, R., Kubilay, G., Birsen, D., Mustafa, O., Saliha, E.C., Burcu, Berker, I.K., & Dilek, O. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assay applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12(7), 1496-1547. doi:10.3390/12071496.
- Arbi, B., Ma'ruf, W.F., & Romadhon. (2016). Aktivitas senyawa bioaktif selada laut (*Ulva lactuca*) sebagai antioksidan pada minyak ikan. *Saintek Perikanan*, 12(1), 12-18. doi:10.14710/ijfst.12.1.12-18.
- Azizah, R., Malau, R., Susanto, A.B., Santoso, G.W., Hartati, R., Irwani, & Suryono. (2018). Kandungan timbal pada air, sedimen, dan rumput laut *Sargassum* sp. di Perairan Jepara, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2), 155-166.
- Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2018). *Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan No. 5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan*. Retrieved from https://standarpangan.pom.go.id/dokumen/peraturan/2018/0._salinan_PerBPOM_5_Tahun_2018_Cemaran_Logam_Berat_join_4_.pdf.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2009). *Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan*. SNI 7387:2009. Retrived from https://sertifikasibbia.com/upload/logam_berat.pdf.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2010). *Cara uji kimia bagian 1 : Penentuan kadar abu dan abu tidak larut asam pada produk perikanan*. SNI-2354.1-2010. Retrieved from <https://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/8486>.
- Beacham, T.A., Cole, I.S., Dross, L.S., Raikova, S., Chuck, C.J., Macdonald, J., Herrera, L., Ali, T., Airs, R.L., Landels, A., & Allen, M.J. (2019). Analysis of seaweeds from South West England as a biorefinery feedstock. *Applied Sciences*, 9(20), 1-14. doi:10.3390/app9204456.
- Blois. (1958). Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature Journal*, 181, 1199-1200. doi:10.1038/1811199a0.
- Chaidir, L., Yuliani, K., & Qurrohman, B. F. T. (2016). Eksplorasi dan karakterisasi tanaman genjer (*Limnocharis flava* (L.) Buch) di Kabupaten Pangandaran berdasarkan karakter morfologi dan agronomi. *Jurnal Agro*, 3(2), 53-66. doi:10.15575/967.
- Costa, J.F.D., Merdekawati, W., & Out, F.R. (2018). Analisis proksimat, aktivitas antioksidan, dan komposisi pigmen *Ulva lactuca* L. dari perairan Pantai Kukup. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 17(1), 1-17. doi:10.33508/jtpg.v17i1.1697.
- Davis, T.A., Volesky, B., & Mucci, A. (2003). A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae. *Water Research*, 37(18), 4311-30. doi:10.1016/S0043-1354(03)00293-8.
- Dewa, R.P., Hadinoto, S., & Torry, F.R. (2015). Analisa kandungan timbal (Pb) dan kadmium (Cd). *Majalah Blam*, 11(2), 76-82. doi:10.29360/mb.v11i2.2052.
- Dodge, J. D. (1973). *The Fin Structure of Algae Cells*. Academic Press.
- 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. doi:10.35799/jis.11.2.2011.220.
- Gunawan, I. W., Suwiti, N. K., & Sampurna, P. (2016). Pengaruh pemberian mineral terhadap lingkaran dada, panjang dan tinggi tubuh sapi jantan Bali. *Buletin Veteriner Udayana*, 8(2), 128-134.
- Guntari, A., Sholehah, K., Irna, N., & Fistianingrum, W. (2015). Penentuan parameter non spesifik ekstrak etanol kulit buah manggis (*Garcinia mangostana*) pada variasi asal daerah. *Jurnal Farmasains*, 2(5), 202-207.
- Handayani, T., Sutarno, & Setyawan, A. D. (2004). Analisis komposisi nutrisi rumput laut *Sargassum crassifolium* J. Agardh. *Biofarmasi*, 2(2), 45-52. doi:0.13057/biofar/f020201.
- Harborne, J. B. (1987). *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Kosasih P dan Iwang SJ, penerjemah. ITB Press.
- Haryati, M., Purnomo, T., & Kuntjoro, S. (2012). Kemampuan tanaman genjer (*Limnocharis flava* (L.) Buch.) menyerap logam berat timbal (Pb) limbah cair kertas pada biomassa dan waktu pemaparan yang berbeda. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 1(3), 131-138.
- Istarani, F., & Pandebesie, E. S. (2014). Studi dampak arsen (As) dan kadmium (Cd) terhadap penurunan kualitas lingkungan. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(1), 53-58. doi:10.12962/j23373539.v3i1.5684.
- Jacob, A. M., 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.
- Kumar, A., Kumari, S.N., & Bhargavan, D. (2012). Evaluation of in vitro antioxidant potential of etanolic extract from the leaves of *Achyranthes aspera*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5(3), 146-148.

- Kurniasari, L. (2010). Pemanfaatan mikroorganisme dan limbah pertanian sebagai bahan baku biosorben logam berat. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 6(2), 5-8. doi:10.36499/jim.v6i2.115.
- Laily, W. N., 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. doi:10.33541/jpvol6iss2pp102.
- Magnusson, M., Carl, C., Mata, L., Nys, R., & Paul, N.A. (2016). Seaweed salt from *Ulva* : a novel first step in a cascading biorefinery model. *Alga research*, 16, 308-316. doi:10.1016/j.algal.2016.03.018.
- Mahasu, N. H., Jusadi, D., Setiawati, M., & Giri, I. N. A. A. (2016). Potensi rumput laut *Ulva lactuca* sebagai bahan baku pakan ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(1), 259-267.
- Mayer, A.M.S., Rodriguez, A.D., Berlinck, R.G.S., & Fusetani, N. (2011). Marine compounds with antibacterial, anticoagulant, antifungal, antiinflammatory, antimalarial, antiprotozoal, antituberculosis, and antiviral activities : affecting the immune and nervous system and other miscellaneous mechanism of action. *Comp Biochem Physiol*, 67, 191-222. doi:10.1016/j.cbpc.2010.08.008.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(2), 211-219.
- Mwalugha, H. M., Wakibia, J. G., Kenji, G. M., & Mwasaru, M. A. (2015). Chemical composition of common seaweeds from the Kenya Coast. *Journal Food Research*, 4(6), 28-38. doi:10.5539/jfr.v4n6p28.
- Nasir, K. M., Mobin, M., & Abbas, Z. K. (2015). Variation in photosynthetic pigments antioxidant enzymes and osmolyte accumulation in seaweeds of red sea. *International Journal Plant Biology*, 3(1), 1028. doi:10.13140/RG.2.1.3387.7522.
- Neeratanaphan, L., Boomee, S., Srisamoot, N., Tanamtong, A., & Tengjaroenkul, B. (2016). Analysis of genetic similarity of *Limnocharis flava* individuals growing around a gold mining area with arsenic contamination. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14(3), 105-114. doi:10.15666/aeer/1403_105114.
- Nufus, C., Nurjanah, & Abdullah, A. (2017). Karakteristik rumput laut hijau dari Perairan Kepulauan Seribu dan Sekotong Nusa Tenggara Barat sebagai antioksidan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3), 620-632. doi:10.17844/jphpi.v20i3.19819.
- 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. doi:10.17844/jphpi.v21i1.21455.
- Nurjanah, Azka, A., & Abdullah, A. (2012). Aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif semanggi air (*Marsilea crenata*). *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, 1(3), 152-158. doi:10.20885/ajie.vol1.iss3.art2.
- Nurjanah, Jacoeb, A. M., Nurokhmatunnisa, & Pujiarti, 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. doi:10.17844/jphpi.v16i2.8044.
- Nurjanah, Jacoeb, A. M., Nug3211raha, R., Permatasari, M., & Sejati, T.K.A. (2014). Perubahan komposisi kimia, aktivitas antioksidan, vitamin c, dan mineral tanaman genjer (*Limnocharis flava*) akibat pengukusan. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, 3(3), 185-195. doi:10.20885/ajie.vol3.iss3.art3.
- Nurjanah, Jacoeb, A.M., 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. doi:10.17844/jphpi.v23i3.32462.
- Nurmiyati. (2013). Keragaman, distribusi dan nilai penting makro alga di Pantai sepanjang Gunung Kidul. *Bioedukasi*, 6(1), 12-21. doi:10.20961/bioedukasiuns.v6i1.3908.
- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-hernandez, L., Bozzo, C., Navarrete, E., Osorio, A., & Rios, A. (2006). Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Jurnal Food Chemistry*, 99, 98-104. doi:10.1016/j.foodchem.2005.07.027.
- Pantow, N.M., Kepel, B.J., & Fatimawali. (2018). Isolasi dan identifikasi bakteri resisten arsen pada sedimen di Pesisir Laut Buyat tahun 2018. *Jurnal e-Biomedik*, 6(2), 123-128. doi:10.35790/ebm.v6i2.21996.
- Patel, J.V, Tracey, I., Hughes, E.A, & Lip, G.Y. (2010). Omega-3 polyunsaturated acids and cardiovascular disease: notable ethnic differences or unfulfilled promise. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 8(10), 2095-2104. doi:10.1111/j.1538-7836.2010.03956.x.
- Penalver, R., Lorenzo, J.M., Ros, G., Amarowicz, R., Pteiro, M., & Nieto, G. (2020). Seaweeds as a functional ingredient for a healthy diet. *Marine Drugs*, 18(6), 1-27. doi: 10.3390/md18060301.
- Perez, M.J., Falque, E., & Dominguez, H. (2016). Antimicrobial action of compounds from marine seaweed. *Marine Drugs*, 14, 52-89. doi:10.3390/md14030052.
- Permana, I.D.G., Indrati, R., Hastuti, P., & Suparmo. (2013). Aktivitas lipase indigenus selama perkecambahan biji kakao (*Theobroma cacao* L.). *Agritech*, 33(2), 176-181. doi:10.22146/agritech.9795.
- Plantamor. (2008). *Informasi Spesies Genjer*. Retrived from <http://www.plantamor.com>.
- Prabandari, R., Mangalik, A., Achmad, J., & Agustiana. (2005). Pengaruh waktu perebusan dari dua jenis udang yang berbeda terhadap kualitas tepung limbah udang putih (*Panaeus indicus*) dan udang windu (*Panaeus monodon*). *Enviro Scieniteae*, 1(1), 24-28.
- Pujastari, N.N.T., Suastika, P., & Suwiti, N.K. (2015). Kadar mineral kalsium dan besi pada sapi bali yang

- dipelihara di Lahan Persawahan. *Buletin Veteriner Udayana*, 7(1), 67-72.
- Ratana-arporn, P., & Chirapart A. (2006). Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentilifera* and *Ulva reticulata*. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 40, 75-83.
- Resti, A. (2016). Penentuan kadar logam timbal (Pb) pada daun bayam (*Amaranthus* spp.) menggunakan destruksi basah secara spektroskopi serap atom (SSA). [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Rodrigues, D., Freitas, A.C., Pereira, L., Rocha-santos, T.A., Vasconcelos, M., Roriz, M., Rodriguez-alcala, L., Gomes, A.M., & Duarte, A. (2015). Chemical composition of red, brown, and green macroalga from buarcos bay in central west Coast of Portugal. *Food Chemistry*, 183, 197-207. doi:10.1016/j.foodchem.2015.03.057.
- Ruperez, P. (2002). Mineral content of edible marine seaweeds. *Food Chemistry*, 79, 23-26. doi:10.1016/S0308-8146(02)00171-1.
- Saidah, S., & Yusup N. (2016). Hubungan pemberian magnesium (MgSO₄) pada kehamilan pre eklamsia/ eklamsia terhadap kejadian asfiksia pada BBL di RS Islam Samarinda. *Jurnal Kebidanan Mutiara Mahakam*, 4(2), 11-20.
- Salma, H., Sedjati, S., & Ridlo, A. (2019). Aktivitas antioksidan fraksi etil asetat dari ekstrak metanol *Sargassum* sp. *Journal of Marine Research*, 8(1), 41-46. doi:10.14710/jmr.v8i1.24326.
- Santi, R.A., Sunarti, T.C., Santoso, D., & Triwisari, D.A. (2012). Komposisi kimia dan profil polisakarida rumput laut hijau. *Jurnal Akuatika*, 3(2), 105-114.
- Savitri, I., Suhendra, L., & Wartini, N.M. (2017). Pengaruh jenis pelarut pada metode maserasi terhadap karakteristik ekstrak *Sargassum polycystum*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), 93-101.
- 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. doi:10.31289/biolink.v2i1.771.
- Teheni, M.T., & Syamsidar, H.S. (2013). Penentuan kadar dan distribusi spasial logam berat kadmium (Cd) pada rumput laut *Eucheuma cottonii* asal perairan Kab. Takalar dengan metode spektrofotometer serapan atom (SSA). *Al-Kimia*, 1(1), 30-41.
- Widowati, H., Sulistiani, W.S., & 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. doi:10.24127/bioedukasi.v8i2.1075.
- World Health Organization. (2012). *Guideline: sodium intake for adults and children*. Retrieved from <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241504836>.
- Yuniarti, D.W., Sulistiyati, T.D., & Suprayitno, E. (2013). Pengaruh suhu pengeringan vakum terhadap kualitas serbuk albumin ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Jurnal Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan*, 1(1), 1-11.
- Zakaria, F.R., Priosoeryanto, B.P., Ernati, & Sajida. (2017). Karakteristik nori dari campuran rumput laut *Ulva lactuca* dan *Eucheuma cottonii*. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 12(1), 23-30. doi:10.15578/jpbkp.v12i1.336.