

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BERBAGAI JENIS RUMPUT LAUT COKLAT DARI PERAIRAN KEPULAUAN SERIBU

Seftylya Diachanty*, Nurjanah, Asadatun Abdullah

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor,
Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680. Telepon 0251-8622915, faks. 0251-8622916.

*Korespondensi: seftylya@gmail.com

Diterima: 11 April 2017/ Disetujui: 20 Agustus 2017

Cara sitasi: Diachanty S, Nurjanah, Abdullah A. 2017. Aktivitas antioksidan berbagai jenis rumput laut coklat dari Perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 305-318.

Abstrak

Rumput laut coklat mengandung berbagai metabolit (karotenoid, laminarin, alginat, fukoidan, manitol dan florotanin) yang berfungsi sebagai bahan anti-kanker, antioksidan dan agen kemopreventif berbagai penyakit degeneratif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi kimia dan aktivitas antioksidan dari rumput laut coklat *Sargassum polycystum*, *Padina minor* dan *Turbinaria conoides*. Penelitian terdiri atas analisis proksimat, serat kasar, mineral, logam berat, ekstraksi, fitokimia, total fenol dan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH, FRAP dan CUPRAC. Hasil penelitian menunjukkan *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides* mengandung kadar air 24-31%, lemak 0,23-0,47%, protein 3-4%, abu 27-45%, karbohidrat 26-38% dan serat kasar 2-6%. Kandungan mineral Fe *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides*, yaitu 0,03 g/kg hingga 0,39 g/kg, Ca 11,28 g/kg hingga 27,98 g/kg, K 13,86 g/kg hingga 41,15 g/kg, Na 16,31 g/kg hingga 20,51 g/kg dan Mg 8,04 g/kg hingga 18,68 g/kg. Logam berat Pb *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides* yaitu 3,48 mg/kg hingga 12,68 mg/kg, Hg 0,24 mg/kg hingga 0,53 mg/kg dan Cu 5,66 mg/kg hingga 7,02 mg/kg. Ekstrak etanol *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides* memiliki senyawa alkaloid, fenolik, flavonoid, saponin steroid dan triterpenoid. Kandungan total fenol ketiga rumput laut coklat yaitu 3758,97-8287,18 mg GAE/g. Ketiga rumput laut coklat tersebut memiliki aktivitas antioksidan DPPH dengan nilai IC_{50} 1,9-9,6 mg/mL, FRAP 70,643-105,357 μ mol troloks/g dan CUPRAC 85,268-201 μ mol troloks/g.

Kata kunci: CUPRAC, DPPH, FRAP, fenolik, rumput laut coklat

Antioxidant Activities of Various Brown Seaweeds from Seribu Islands

Abstract

Brown seaweeds contain various metabolites (carotenoids, laminarin, alginate, fucoidan, mannitol, and phlorotannin) as anticancer substances, antioxidants and chemopreventive agent against degenerative diseases. This research was aimed to determine the chemical properties and antioxidants activity of *Sargassum polycystum*, *Padina minor* and *Turbinaria conoides*. This research consisted of the proximate analysis, crude fiber, minerals, heavy metals, extraction, phytochemicals, analysis phenolic compound and antioxidant activity with DPPH, FRAP and CUPRAC methods. The results showed moisture content of *S. polycystum*, *P. minor*, and *T. conoides* 24-31%, fat 0.23-0.47%, protein 3-4%, ash 27-45%, carbohydrate 26-38% and crude fiber 2-6%. Mineral Fe *S. polycystum*, *P. minor* and *T. conoides* about 0.03 g/kg to 0.39 g/kg, Ca 11.28 g/kg to 27.98 g/kg, K 13.86 g/kg to 41.15 g/kg, Na 16.31 g/kg to 20.51 g/kg and Mg 8.04 g/kg to 18.68 g/kg. The range of heavy metals Pb *S. polycystum*, *P. minor* and *T. conoides* 3.48 mg/kg to 12.68 mg/kg, Hg 0.24 mg/kg to 0.53 mg/kg and Cu 5.66 mg/kg to 7.02 mg/kg. Ethanol extract of *S. polycystum*, *P. minor*, and *T. conoides* contains alkaloids, phenolic, flavonoids, saponins, steroids, and triterpenoids. Total phenolic compounds of brown seaweeds ranged from 3758.97-8287.18 mg GAE/g. Brown seaweeds contain DPPH antioxidant activities within IC_{50} values of 1.9-9.6 mg/mL, FRAP 70.643-105.357 μ mol Trolox/g and CUPRAC 85.268-201 μ mol trolox/g.

Keywords: brown seaweed, CUPRAC, DPPH, FRAP, phenolic

PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan salah satu sumberdaya hayati yang sangat melimpah di perairan Indonesia. Produksi rumput laut nasional tahun 2014 mencapai 10,2 juta ton atau meningkat tiga kali lipat dari produksi rumput laut tahun 2010 yaitu 3,9 juta ton. Peningkatan rata-rata produksi rumput laut per tahun mencapai 27,71% (DPT 2015).

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) (Syad *et al.* 2013; Cardoso *et al.* 2015). Rumput laut cokelat mengandung metabolit sekunder yang bermanfaat bagi kesehatan yaitu alkaloid, glikosida, tannin dan steroid yang banyak digunakan dalam pengobatan dan industri farmasi (Jeeva *et al.* 2012) serta senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki aktivitas penghambatan oksidasi LDL, *Angiotensin Converting Enzyme* (ACE), α -amilase, α -glukosidase (Nagappan *et al.* 2017) dan berpotensi memberikan efek terapeutik serta perlindungan terhadap beberapa penyakit degeneratif terutama kanker (Padua *et al.* 2015).

Senyawa fenolik pada alga cokelat memiliki komponen struktural yang tidak terpisahkan dari dinding sel dan memiliki berbagai fungsi perlindungan dari radiasi UV, berperan dalam reproduksi alga dan mekanisme perlindungan terhadap faktor biotik serta memiliki sifat terapeutik (Machu *et al.* 2015). Senyawa bioaktif yang memiliki peranan sebagai antioksidan, mampu menghambat dihasilkannya agen oksidatif dalam produksi *Reactive Oxygen Spesies* (ROS) oleh sel darah perifer, menghambat paparan oksidatif dalam tubuh dan berperan dalam proses penurunan tekanan darah (Septian dan Widyaningsih 2014).

Beberapa peneliti melaporkan bahwa ekstrak etanol *Sargassum* sp., *Padina* sp., dan *Turbinaria* sp., memiliki senyawa flavonoid, steroid, triterpenoid (Ganapathi *et al.* 2013), fukoidan serta komponen fenolik (Luthfiyana *et al.* 2016), sedangkan ekstrak metanol *S. echinocarpum* dan *Padina* sp., mengandung

senyawa fenolik, tanin, saponin, glikosida dan steroid yang memiliki aktivitas antioksidan *scavenging* (Firdaus *et al.* 2012; Foon *et al.* 2013). Ekstrak etanol *S. wightii* memiliki aktivitas antioksidan sebesar $79,1 \pm 1,21\%$ (Indu dan Seenivasan 2013), ekstrak metanol *S. aquifolium* 66,15% (Firdaus 2013), dan ekstrak metanol *P. australis* memiliki aktivitas antioksidan 267,1 ppm (Maharany *et al.* 2017). Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan karakterisasi komposisi kimia dan aktivitas antioksidan pada rumput laut cokelat yang berasal dari perairan, dengan waktu panen dan spesies yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi kimia dan aktivitas antioksidan dari rumput laut cokelat *Sargassum polycystum*, *Padina minor* dan *Turbinaria conoides*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah rumput laut cokelat jenis *Sargassum polycystum*, *Padina minor* dan *Turbinaria conoides* yang telah teridentifikasi oleh LIPI. Rumput laut diperoleh dari perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, Jakarta dengan titik koordinat $5^{\circ}44'54,5''S$ $106^{\circ}36'41,6''E$. Rumput laut diambil secara langsung pada bulan September 2016 dengan keadaan pH perairan 8, DO 6,9 mg/L, salinitas 32 ppt, suhu $33,7^{\circ}C$ dan kecepatan arus 0,023m/s. Rumput laut dikering-anginkan selama 24 jam sebelum dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

Bahan kimia yang digunakan untuk analisis bahan terdiri dari tablet Kjeldahl (Merck), H_2SO_4 1,25%; pekat (Merck), H_2O_2 (Merck), akuades, H_3BO_3 2% (Merck), indikator Brom Cresol Green-Methyl Red (Merck), NaOH 40% (Merck), HNO_3 pekat (Merck), $HClO_4$ (Merck), HF (Altech), $NaBH_4$ (Sigma-Aldrich), HCl 0,1 N; 0,5N; pekat (Merck), etanol 97% (Merck), kloroform (Merck), NH_4OH (Merck), aseton (Merck), pereaksi Meyer (larutan A 1,36 g $HgCl_2$ (Sigma-Aldrich) dilarutkan dalam 60 mL akuades, larutan B 0,5 g KI (Merck) dilarutkan dalam 10 mL akuades), pereaksi Dragendroff (larutan A 0,85 g bismuth nitrat (Sigma-

Aldrich), 2 mL HCl pekat (Merck) dan 10 mL akuades, larutan B 8 g KI₂ (Merck) dan 10 mL akuades, pereaksi Wagner (2,5 g I₂, 3 g KI (Merck) dan 10 mL akuades), eter (Merck), FeCl₃ (Merck), etanol PA 99,9% (Merck), asam askorbat (Merck), DPPH ((2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazul) (Sigma-Aldrich)).

Alat yang digunakan terdiri dari *waterbath* (SWBR17), *rotary vacuum evaporator* (RV 10 digital V), *hot plate* (Favorit HP0707V2), vorteks (VM-300), alat-alat gelas (Pyrex), mikro pipet (Gilson), AAS (*Atomic Absorbtion Spectrofotometer*) (Shimadzu AA-7000), spectro UV-Vis RS *Spectrophotometer* (UV-2500).

Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan pengamatan data lapangan, pengambilan dan preparasi sampel rumput laut. Sampel rumput laut kering dianalisis proksimat, komposisi mineral, logam berat, ekstraksi, fitokimia, total fenol dan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH, FRAP dan CUPRAC.

Ekstraksi rumput laut dilakukan berdasarkan metode Lee *et al.* (2017) yang dimodifikasi. Sampel rumput laut kering dimaserasi dengan 200 mL pelarut etanol 99,9% pada suhu 60 °C selama 4 jam. Ekstrak cair disaring menggunakan filter kain dengan ukuran 500 mikron dan disaring kembali dengan kertas saring. Ekstrak cair kemudian dievaporasi menggunakan *rotary vacuum evaporator* dengan suhu 50 °C, dan didapatkan ekstrak kasar rumput laut dalam bentuk pasta.

Analisis proksimat

Analisis proksimat rumput laut cokelat *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides* terdiri dari kadar air, lemak, protein, abu, serat kasar menggunakan metode AOAC (2005) dan karbohidrat *by difference*.

Analisis kadar mineral

Analisis kadar mineral *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides* terdiri dari kadar Na, K, Ca, Fe, Mg dengan metode AOAC (2005) menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrofotometer*). Pengujian ini menggunakan *flame type* air-C₂H₂ dan masing-masing

panjang gelombang yang digunakan adalah Na 589,6 nm, Ca 422,7 nm, Fe 248,3 nm, Mg 285,2 nm, K 766,5 nm dengan limit deteksi Na 0,7143 mg/kg, Ca 0,8462 mg/kg, Fe 0,1117 mg/kg, K 1,0083 mg/kg dan Mg 1,0407 mg/kg.

Analisis logam berat

Analisis logam berat *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides* terdiri dari logam merkuri (Hg), timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dengan metode AOAC (2005) menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrofotometer*). Panjang gelombang yang digunakan untuk masing-masing logam berat adalah Cd 228,8 nm, Pb 283,3 nm dan Hg 253,6 nm dengan limit deteksi Pb 0,23 mg/kg, Hg 0,004 mg/kg dan Cu 1,2 mg/kg.

Analisis fitokimia

Ekstrak rumput laut yang telah diperoleh diuji kandungan fitokimianya secara kualitatif untuk mendeteksi keberadaan senyawa alkaloid, flavonoid, fenol hidroquinon, tannin, saponin, steroid dan triterpenoid. Metode yang digunakan untuk analisis fitokimia secara kualitatif berdasarkan metode Harborne (1987).

Kadar Total Fenol

Ekstrak rumput laut sebanyak 1 mL ditambahkan dengan 1 mL etanol 96% dan 5 mL akuades. Ekstrak ditambahkan dengan 0,5 mL Folin-Ciocalteu 50%, dihomogenkan dan didiamkan selama 5 menit, kemudian ditambahkan 1 mL Na₂CO₃ 5% dan didiamkan pada kondisi gelap selama ± 60 menit. Standar yang digunakan dalam analisis kadar total fenol adalah asam galat. Serapan dibaca dengan panjang gelombang 725 nm, dengan nilai absorbansi kemudian dikonversi ke dalam total fenol dinyatakan dalam mg GAE/g berat sampel. Analisis kadar total fenol dilakukan berdasarkan metode Apostolidis dan Lee (2010).

Aktivitas Antioksidan DPPH

Uji aktivitas antioksidan ekstrak kasar rumput laut berdasarkan Boeing *et al.* (2014) yang dimodifikasi, dilakukan menggunakan metode DPPH pada konsentrasi 250, 500, 750

dan 1.000 ppm. Asam askorbat digunakan sebagai kontrol positif dengan konsentrasi 1, 2, 3, dan 4 ppm. Aktivitas antioksidan masing-masing sampel dinyatakan dengan persentase penghambatan radikal bebas yang dihitung dengan rumus:

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

Aktivitas Antioksidan FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

Uji aktivitas antioksidan FRAP ekstrak kasar rumput laut berdasarkan Kumar *et al.* (2014) yang dimodifikasi. Preparasi reagen FRAP berupa buffer asetat 300 mM (8 mL CH_3COONa dan 92 mL CH_3COOH) pH 3,6, 10 mM larutan TPTZ (2,4,6-tripyridyl-striazine) dalam 40 mM HCl dan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 20 mM. Larutan disiapkan dalam keadaan segar dengan mencampurkan 35 mL *buffer* asetat, 3,5 mL TPTZ dan 3,5 mL larutan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Pengukuran absorbansi menggunakan 50 μL sampel, 600 μL akuades dan 3000 μL reagen FRAP. Campuran sampel dan reagen FRAP kemudian dihomogenkan menggunakan vorteks, kemudian diinkubasi dengan *waterbath* selama 30 menit dengan suhu 37°C. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 593 nm. Kurva standar dibuat menggunakan larutan troloks dengan berbagai konsentrasi.

Aktivitas Antioksidan CUPRAC (Cupric Reducing Antioxidant Capacity)

Uji aktivitas antioksidan FRAP ekstrak kasar rumput laut berdasarkan Apak *et al.* (2008) yang dimodifikasi. Ekstrak sebanyak 0,3 mL dilarutkan dalam etanol 99,9%, ditambahkan dengan 1 mL $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,01 M; 1 mL neukoprin etanolik 0,0075 M; 1 mL buffer ammonium asetat pH 7 1 M dan 0,8 mL akuades. Campuran sampel dan reagen di vorteks, kemudian diinkubasi dengan suhu ruang kondisi gelap selama 30 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 450 nm. Kurva kalibrasi dibuat menggunakan larutan troloks dengan berbagai konsentrasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Rendemen ekstrak rumput laut didapatkan dari 50 g rumput laut kering

yang telah dihaluskan kemudian diekstraksi menggunakan pelarut etanol. Rendemen ekstrak *S. polycystum* 1,78%, *P. minor* 7,19% dan *T. conoides* 1,48%. Ekstrak yang dihasilkan berwarna hijau pekat berupa pasta. Etanol merupakan pelarut terbaik untuk ekstraksi senyawa fenolik pada hampir semua spesies rumput laut dibandingkan dengan pelarut lainnya karena bersifat polar sehingga dapat mengekstraksi senyawa fenol dari rumput laut cokelat (Hidayah *et al.* 2013; Sameeh *et al.* 2016). Husni *et al.* (2014) melaporkan bahwa rendemen ekstrak etanol 96% *S. muticum* yaitu 2,5%, sedangkan *Padina* sp. 2,06%. Perbedaan hasil rendemen ekstrak dari suatu bahan dipengaruhi oleh metode ekstraksi, ukuran simplisia, perbandingan bahan dan pelarut, jenis pelarut, waktu ekstraksi, suhu ekstraksi umur panen, dan perbedaan habitat (Kumar *et al.* 2012).

Komposisi kimia

Komposisi kimia *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides* disajikan pada Tabel 1. Kadar abu pada rumput laut cokelat tergolong cukup tinggi. Rumput laut *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides* kering memiliki kadar abu yaitu 27-45%, karbohidrat 25-38%, serat berkisar 2-6%. Kadar lemak *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides*, kering tergolong rendah sekitar 0,23-0,47%. Kadar air berkisar 24-30%, serta kadar protein 3,6-4%.

Beberapa peneliti melaporkan bahwa kadar air *S. hystrix* var. *fluitans* 14,33% (Solarin *et al.* 2014) dan *T. decurrens* 8,66% (Sari 2015). Berdasarkan hasil tersebut, ketiga jenis rumput laut coklat yang diteliti memiliki kadar air yang relatif tinggi. Kandungan air pada bahan pangan yang dikeringkan akan mengalami penurunan lebih tinggi dan menyebabkan pemekatan dari bahan-bahan yang tertinggal salah satunya mineral.

Kadar abu *P. tetrastromatica* 41,24% (Mwalugha *et al.* 2015) dan *T. decurrens* 15,64% (Sari 2015). Kadar abu yang tinggi pada rumput laut dapat dipengaruhi oleh adanya garam dan mineral lain yang menempel misalnya Na, Ca, K dan Mg (Yuniarti *et al.* 2013; Yulius *et al.* 2016), semakin banyak kandungan mineral, maka kadar abu semakin

Tabel 1 Komposisi kimia rumput laut cokelat kering

Komponen (%)	<i>S. polycystum</i>	<i>P. minor</i>	<i>T. conoides</i>	<i>S. polycystum</i> *	<i>P. tetrastomatica</i> **
Air	26,25±0,36	24,37±0,30	30,58±0,07	9,95	16,40
Abu	31,52±0,18	45,13±0,69	27,58±0,27	42,40	27,0
Lemak	0,23±0,08	0,36±0,13	0,47±0,15	0,29	1,14
Protein	3,64±0,16	4,17±0,21	3,99±0,58	5,40	10,50
Karbohidrat	38,37±0,47	25,98±0,66	37,39±0,63	33,49	44,96
Serat kasar	4,80±0,45	2,06±0,36	5,70±0,65	39,67	23,96
Abu tidak larut asam	-	1,97	-	-	-

Keterangan: *Matanjan *et al.* 2009, **Felix dan Brindo 2014

tinggi (Nasruddin *et al.* 2016). Hal tersebut juga didukung oleh kadar abu tidak larut asam pada *P. minor* yang tergolong rendah 1,97%. Guntarti *et al.* (2015) menyatakan bahwa kadar abu tidak larut asam merupakan salah satu kriteria dalam menentukan tingkat kebersihan dalam proses pengolahan produk yang ditunjukkan adanya kontaminasi silikat yang berasal dari tanah atau pasir. Berdasarkan hal tersebut, tingginya kadar abu pada rumput laut cokelat berhubungan dengan kandungan mineral.

Rumput laut merupakan sumber karbohidrat, protein dan lemak. Kadar karbohidrat pada rumput laut berkisar 10,63-28,58%, protein 9,47-14,68% (Parthiban *et al.* 2013) dan lemak 0,15-0,84% (Ahmad *et al.* 2012). *S. myriocystum*, *S. ilicifolium*, *S. plagiophyllum* memiliki kadar karbohidrat 33-40%, protein 9-13% dan lemak 0,16-0,42% (Ganapathi *et al.* 2013). Ahmad *et al.* (2012) menyatakan bahwa perbedaan kandungan proksimat dapat disebabkan perbedaan kondisi lingkungan, musim panen dan habitat rumput laut.

Kandungan serat yang terdiri dari polisakarida larut air yang terkandung dalam

rumput laut memiliki peranan penting dalam modifikasi metabolisme lipid dalam tubuh manusia (Neelamathi dan Kannan 2016). *Sargassum* sp., dan *Padina* sp., memiliki potensi sebagai sumber serat makanan alami, serat makanan memiliki peran dalam pencegahan penyakit degeneratif (Mushollaeni dan Rusdiana 2013).

Komposisi Mineral

Komposisi mineral rumput laut cokelat tersaji pada Tabel 2. Unsur Fe tertinggi terdapat pada *P. minor* yaitu 0,39±0,01 mg/g, sedangkan unsur Fe terendah terdapat pada *S. polycystum* yaitu 0,03±0,00 mg/g. *P. pavonica* memiliki kandungan Fe 2,50 mg/g dan *P. gymnospora* 562,5 g (Tabarsa *et al.* 2012; Nazni dan Renuga 2014). *Sargassum* sp., yang diperoleh dari daerah pantai berbatu di Yogyakarta memiliki kandungan mineral Fe 0,71 mg/g (Supartini dan Mushollaeni 2017), sedangkan *S. polycystum* yang diperoleh dari perairan Pamban, Mandapam, India sebesar 211,24 g (Nazni dan Renuga 2014).

Unsur Ca tertinggi terdapat pada *T. conoides* yaitu 27,98±0,10 mg/g dan unsur Ca terendah terdapat pada *S. polycystum*, yaitu

Tabel 2 Komposisi mineral rumput laut cokelat

Mineral	<i>S. polycystum</i> (mg/g)	<i>P. minor</i> (mg/g)	<i>T. conoides</i> (mg/g)	<i>T. conoides</i> *	<i>P. australis</i> *	<i>S. polycystum</i> *
Fe	0,03±0,00	0,39±0,01	0,28±0,00	-	-	-
Ca	11,28±0,03	26,47±0,17	27,98±0,10	14,79	28,31	18,67
K	34,49±0,70	13,86±0,88	41,15±0,22	27,92	0,53	17,54
Na	19,34±0,11	20,51±0,28	16,31±0,03	11,47	0,97	9,65
Mg	8,67±0,16	18,68±0,15	8,04±0,14	5,74	4,04	5,69

Keterangan: *Santoso *et al.* 2006, -: tidak dilakukan uji

11,28±0,03 mg/g. Rumput laut *T. conoides* yang diperoleh dari kepulauan Seribu, Jakarta memiliki unsur Ca 14,79 mg/g (Santoso *et al.* 2006). *Sargassum* sp. yang diperoleh dari daerah pantai berbatu di Yogyakarta memiliki kandungan Ca 0,66 mg/g (Supartini dan Mushollaeni 2017) dan *S. polycystum* yang diperoleh dari perairan Pamban, Mandapam, India memiliki unsur Ca 0,03 g (Nazmi dan Renuga 2014).

Unsur K tertinggi terdapat pada *T. conoides*, yaitu 41,15±0,22 mg/g, sedangkan unsur K terendah terdapat pada *P. minor* yaitu 13,86±0,88 mg/g. *T. conoides* yang diperoleh dari perairan Malaysia memiliki unsur K 0,021 mg/g (Sarini *et al.* 2014), sedangkan *P. tetraastomatica* yang terdapat di perairan berbatu Leepuram, Tamilnadu, India memiliki unsur K 29,65 µg/g (Sethi 2012) dan *P. pavonica* yang terdapat di perairan Iran Selatan yaitu 29,70 mg/g (Tabarsa *et al.* 2012).

Unsur Mg tertinggi terdapat pada *P. minor* yaitu 18,68±0,15 mg/g, sedangkan *T. conoides* memiliki unsur Mg terendah yaitu 8,04±0,14 mg/g. Unsur Mg *T. conoides* di perairan kepulauan Seribu, Jakarta yaitu 5,74 mg/g (Santoso *et al.* 2006), sedangkan pada *P. tetraastromatica* di perairan Leepuram, Tamilnadu, India yaitu 9,6 µg/g (Sethi *et al.* 2012).

Unsur natrium (Na) tertinggi terdapat pada *P. minor* yaitu 20,51±0,28 mg/g, sedangkan *T. conoides* memiliki unsur Na terendah yaitu 16,31±0,03 mg/g. Unsur Na pada *P. tetraastromatica* yang terdapat di perairan berbatu Leepuram, Tamilnadu, India yaitu 39,11 µg/g Sethi (2012), sedangkan *P. pavonica* yang terdapat di perairan Iran Selatan yaitu 9,27 mg/g (Tabarsa *et al.* 2012).

Perbedaan kadar mineral pada suatu organisme dapat disebabkan oleh perbedaan dari kondisi lingkungan tempat hidup

(Nurjanah *et al.* 2013), jenis rumput laut, umur, letak geografis, waktu dan cara panen, arus, musim, tahun, faktor fisiologis, jenis pengolahan dan metode mineralisasi (Tabarsa *et al.* 2012).

Kandungan Logam Berat

Kandungan logam berat rumput laut cokelat tersaji pada Tabel 3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar Pb yaitu 3,48-12,68 mg/kg, Hg 0,24-0,53 mg/kg dan Cu 5,66-7,02 mg/kg. Kandungan logam berat Pb melebihi batas standar yang ditetapkan BPOM (2009), sedangkan Hg dan Cu memenuhi syarat standar tersebut sehingga aman untuk dikonsumsi.

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat sangat beracun, karena mempunyai sifat bioakumulatif dalam tubuh organisme air dan mempunyai toksisitas yang tinggi terhadap manusia karena dapat merusak perkembangan otak pada anak-anak, menyebabkan penyumbatan sel-sel darah merah, anemia dan mempengaruhi anggota tubuh lainnya (Ika *et al.* 2012). Aktivitas manusia, industri galangan kapal dan berbagai aktivitas pelabuhan lainnya merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan logam dalam badan air dan menambah kandungan Pb dan Cu di perairan. Kandungan logam berat Pb di air secara umum lebih tinggi yaitu 0,01-0,06 mg/L dibandingkan dengan logam Cu yaitu ≤ 0,004-0,14 mg/L. Hal ini disebabkan logam Cu biasanya terikat kuat pada bahan organik akan menurunkan mobilitasnya di perairan sehingga akan lebih mudah mengendap di sedimen (Supriyantini dan Soenardjo 2015).

Merkuri (Hg) memiliki berbagai bentuk yaitu merkuri anorganik, termasuk logam merkuri (Hg) dan garam-garamnya yaitu merkuri klorida (HgCl₂) dan oksida (HgO).

Tabel 3 Kadar logam berat rumput laut

Parameter	<i>S. polycystum</i> (mg/kg)	<i>P. minor</i> (mg/kg)	<i>T. conoides</i> (mg/kg)	Standar (mg/kg)
Timbal (Pb)	6,43	3,48	12,68	2,0**
Merkuri (Hg)	0,24	0,40	0,53	1,0**
Tembaga (Cu)	5,66	7,02	6,74	30,0*

Keterangan: *(BPOM 1989) **(BPOM 2009)

Peningkatan pH pada badan perairan biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari merkuri, sebaliknya penurunan pH perairan akan meningkatkan kelarutan merkuri di perairan sehingga menyebabkan merkuri bertransformasi menjadi metil-merkuri yang mempunyai toksisitas yang lebih tinggi (Selayar *et al.* 2015).

Komponen Aktif

Identifikasi fitokimia digunakan untuk menentukan senyawa metabolit sekunder yang terdapat di dalam suatu bahan secara kualitatif. Golongan senyawa dapat ditentukan dari perubahan warna setelah penambahan pereaksi pada setiap uji, hasil tersebut tersaji pada Tabel 4. Senyawa alkaloid terdapat pada *P. minor* dan *T. conoides*, namun tidak terdapat pada *S. polycystum*. Alkaloid merupakan senyawa yang mengandung nitrogen yang bersifat basa dan mempunyai aktivitas farmakologis serta berfungsi sebagai senyawa racun yang melindungi tumbuhan dari hama dan penyakit, sebagai basa mineral untuk mempertahankan keseimbangan ion dan memiliki potensi sebagai pemicu sistem syaraf, menaikkan tekanan darah, mengurangi rasa sakit, anti mikroba, obat penenang, obat penyakit jantung (Rohyani *et al.* 2015) dan anti bakteri (Haryani *et al.* 2012).

Senyawa flavonoid dan fenol terdapat pada *P. minor*, sedangkan *S. polycystum* dan *T. conoides* hanya memiliki senyawa flavonoid. Senyawa fenolik merupakan metabolit

sekunder tanaman dan memiliki fungsi fisiologis dan morfologis serta memiliki cincin aromatik yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil. Senyawa fenolik yang terdapat pada *Padina* sp., berpotensi sebagai antioksidan dan untuk menurunkan tekanan darah (Mutmainah dan Estiasih 2016), aktivitas fotoprotektif dan anti-photo aging yang dapat digunakan untuk mencegah stress oksidatif serta kerusakan yang disebabkan oleh radiasi UV (Chojnacka *et al.* 2012).

Senyawa flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenol yang memiliki potensi sebagai tabir surya karena adanya ikatan rangkap tunggal yang mampu menyerap sinar UV (Laeliocattleya *et al.* 2014). Senyawa flavonoid yang terdapat pada *Sargassum* sp., *Padina* sp. dan *Turbinaria* sp., memiliki potensi yang sangat kuat untuk memperbaiki fungsi endotel, menghambat agregasi platelet, menurunkan risiko penyakit kardiovaskuler, melindungi tubuh dari radikal bebas (Irawati 2015), aktivitas antioksidan, anti inflamasi (Fu *et al.* 2017), anti tumor, anti radang, anti bakteri dan anti virus (Parubak 2013).

Senyawa saponin terdapat pada *P. minor*, sedangkan *S. polycystum* dan *T. conoides* tidak memiliki senyawa saponin. Saponin merupakan jenis glikosida yang banyak ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi. Saponin yang terdapat pada *Padina* sp., memiliki potensi yang kuat sebagai anti mikroba, anti jamur, menurunkan kolesterol, antioksidan, anti virus, anti kanker

Tabel 4 Data komponen aktif dalam rumput laut cokelat

Komponen aktif	<i>S. polycystum</i>	<i>P. minor</i>	<i>T. conoides</i>	Hasil uji positif
Alkaloid				
a. Mayer	-	+	+	Endapan putih
b. Mayer	-	+	+	Orange/cokelat
c. Dragandroff	-	+	+	Orange/cokelat
Flavonoid	+	+	+	Keruh kecokelatan/bening
Fenolik	-	+	+	Hijau/hijau pekat
Saponin	-	+	-	Terbentuk busa
Tanin	-	-	-	-
Steroid	+	+	+	Hijau pekat
Triterpenoid	+	+	+	Merah

Keterangan: + terdeteksi, - tidak terdeteksi

(Mien *et al.* 2015), efek penghambatan dan peradangan serta suplemen makanan (Jeeva *et al.* 2012).

Senyawa steroid dan triterpenoid terdapat pada *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides*. Steroid merupakan golongan senyawa triterpenoid. Senyawa turunan terpenoid memiliki aktivitas sebagai anti mikroba, anti-jamur (Suptijah *et al.* 2013), proses penyembuhan luka dan antioksidan (Han dan Bakovic 2015).

Kadar Total Fenolik

Total fenolik *S. polycystum* yaitu 8287,18 mg GAE/g, *P. minor* 3758,97 mg GAE/g dan *T. conoides* 7641,03 mg GAE/g. *S. polycystum* memiliki total fenolik lebih tinggi dibandingkan dengan *T. conoides* dan *P. minor*. Ganapathi *et al.* (2013) menyatakan bahwa senyawa fenolik yang terkandung pada rumput laut cokelat efektif sebagai antioksidan. Kandungan fenolik pada rumput laut cokelat berkisar antara 20% hingga 30% dari berat kering.

Ekstrak etanol *P. boryana* memiliki kandungan total fenolik 15,31 mg gallic acid/g (Sameeh *et al.* 2016), *P. australis* 8,79-30,04 mg GAE/g (Dotulong *et al.* 2013), *S. binderi* 0,063 mg gallic acid/g (Boonchum *et al.* 2011), *S. polycystum* 23,03 mg PGE/g dan *T. conoides* sebesar 33,51 mg PGE/g (Ahmad *et al.* 2012). Perbedaan total fenolik pada rumput laut disebabkan oleh beberapa faktor seperti jenis alga, geografis, musim, fisiologis dan keadaan lingkungan yang bervariasi (Machu *et al.* 2015).

Pengukuran kadar total fenol merupakan suatu dasar dilakukannya pengujian aktivitas antioksidan karena senyawa fenolik diketahui berperan dalam mencegah terjadinya peristiwa oksidasi, sehingga diduga semakin tinggi kadar total fenol pada suatu bahan maka aktivitas antioksidannya akan tinggi (Djapiala *et al.* 2013). Peningkatan kandungan fenolik total akan menyebabkan aktivitas antioksidan menjadi lebih tinggi. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai IC_{50} yang lebih rendah (Fitriansyah *et al.* 2017). Cho dan You (2011) menyatakan bahwa aktivitas antioksidan dari ekstrak rumput laut memiliki korelasi antara aktivitas antioksidan dan kandungan fenolik

total. Kandungan fenolik total yang tidak berkorelasi dengan aktivitas antioksidan, menunjukkan bahwa pada ekstrak tidak hanya terdapat kandungan fenolik total tetapi terdapat senyawa lainnya yaitu klorofil, karotenoid dan flavonoid yang dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan.

Aktivitas Antioksidan

Antioksidan didefinisikan sebagai zat yang dapat mencegah terjadinya reaksi autooksidasi radikal bebas dalam oksidasi lipid (Septiana dan Asnani 2013). Berdasarkan metode DPPH nilai IC_{50} yaitu *S. polycystum* 3,4 mg/L, *T. conoides* 1,9 mg/L dan *P. minor* 9,6 mg/L. Standar yang digunakan pada aktivitas antioksidan adalah asam askorbat dengan nilai IC_{50} yaitu 1,8 mg/L.

T. conoides memiliki nilai IC_{50} sebesar 2,46 mg/L (Sarini *et al.* 2014), *T. ornata* 21,31-45,38 mg/L (Deepak *et al.* 2017), *Padina* sp., 29,64-32,45 mg/L (Foon *et al.* 2013), *P. tetrastomatica* dan *P. gymnospora* 130.400–558.500 mg/L dan 69.000–584.000 mg/L (Praveen dan Chakraborty 2013). Nilai IC_{50} dari *S. angustifolium* 0,23 mg/L, *S. oligocystum* 0,61 mg/L dan *S. boveanum* 0,49 mg/L (Mehdinezhad *et al.* 2016).

Nilai IC_{50} *S. polycystum*, *T. conoides*, dan *P. minor* jika dibandingkan dengan asam askorbat tergolong kategori aktivitas antioksidan kuat. Bahriul *et al.* (2014) menyatakan bahwa nilai IC_{50} kurang dari 50 mg/L mempunyai aktivitas antioksidan tergolong kuat, 50-100 mg/L sedang, 150-200 mg/L lemah dan lebih dari 200 mg/L sangat lemah. Nilai IC_{50} yang rendah menunjukkan kemampuan yang kuat dari ekstrak untuk berperan sebagai donor atom hidrogen (Sarini *et al.* 2014). Kemampuan scavenging yang tinggi berkaitan dengan kelompok hidroksil yang ada pada senyawa fenolik (Mehdinezhad *et al.* 2016).

Berdasarkan metode FRAP aktivitas antioksidan *S. polycystum* yaitu 105,357 μ mol troloks/g ekstrak, *P. minor* 74,143 μ mol troloks/g ekstrak dan *T. conoides* adalah 70,643 μ mol troloks/g ekstrak. FRAP merupakan metode penentuan aktivitas antioksidan yang mengukur kemampuan antioksidan untuk mereduksi Fe^{3+} dalam kompleks

Fe³⁺-TPTZ menjadi Fe²⁺-TPTZ dengan cara mendonorkan elektronnya. Berdasarkan beberapa penelitian, *S. tenerrimum* memiliki aktivitas antioksidan sebesar 4.076,54 µmol troloks/g (Movahedinia dan Heydari 2012), *T. conoides* sebesar 0,190 µM/mg (Guru *et al.* 2015) dan *P. tetrastomatica* sebesar 1,168 mg ascorbic acid/g (Megha dan Anjali 2013).

Berdasarkan metode CUPRAC aktivitas antioksidan *S. polycystum* adalah 201 µmol troloks/g ekstrak, *P. minor* 163,429 µmol troloks/g ekstrak, dan *T. conoides* 85,286 µmol troloks/g ekstrak. Fung (2012) melaporkan bahwa rumput laut cokelat *Undaria pinnatifida* segar memiliki aktivitas antioksidan berkisar 1,20-1,41 mg/L dan *U. pinnatifida* yang telah diproses berkisar 0,78-0,91 mg/L. Metode CUPRAC didasarkan pada transfer elektron dan dianggap sebagai indikator yang baik untuk kemampuan antioksidan total (Karahalil dan Sahin 2011). Aktivitas antioksidan dilaporkan terdapat pada beberapa rumput laut seperti *P. polysiphonia* dan *Turbinaria* sp., dan memiliki peranan penting terhadap berbagai penyakit, proses penuaan dan memiliki potensi anti-aging, anti inflamasi, anti bakteri, anti jamur, sitotoksik, anti malaria, anti proliferasi serta anti kanker (Kelman *et al.* 2012).

Senyawa aktif yang terdapat pada *S. polycystum* terdiri atas flavonoid, steroid dan triterpenoid dengan total fenol 8287,18 mg GAE/g yang mencerminkan sebagai sumber antioksidan yang kuat dengan IC₅₀ 3,4 mg/L dan diperkuat pula dengan uji FRAP sebesar 105,357 µmol troloks/g ekstrak serta uji CUPRAC memperoleh hasil 201 µmol troloks/g ekstrak.

Rumput laut *P. minor* juga merupakan sumber antioksidan yang potensial karena mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenolik, saponin, steroid dan triterpenoid dengan total fenol 3758,97 mg GAE/g dengan aktivitas antioksidan yang kuat (IC₅₀ 9,6 mg/L) dan FRAP 74,143 µmol troloks/g ekstrak serta CUPRAC sebesar 163,429 µmol troloks/g ekstrak.

Alkaloid, flavonoid, fenolik, steroid dan triterpenoid menyebabkan *T. conoides* memiliki aktivitas antioksidan kuat yang dibuktikan dengan IC₅₀ 1,9 mg/L, FRAP

70,643 µmol troloks/g ekstrak dan CUPRAC 85,286 µmol troloks/g ekstrak.

KESIMPULAN

Komposisi kimia yang dominan pada rumput laut *S. polycystum*, *P. minor* dan *T. conoides* yaitu karbohidrat, abu dan air. Mineral yaitu Na, Mg, Fe, Ca dan K, sedangkan logam berat yang terkandung yaitu Pb, Hg dan Cu. *S. polycystum* mengandung flavonoid, steroid dan triterpenoid. Senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid dan golongan fenolik terdapat pada *P. minor* dan *T. conoides* (kecuali saponin). Ketiga jenis rumput laut cokelat merupakan sumber antioksidan yang kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, serta Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah membantu penelitian ini, dengan riset atas nama Nurjanah nomor: 011/SP2H/LT/DRPM/IV/2017.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Analytical Chemist Publisher. 2005. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. Arlington Virginia USA: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Apostolidis E, Lee CM. 2010. In Vitro potential of *Ascophyllum nodosum* phenolic antioxidant-mediated alpha-glycosidase and alpha-amylase inhibition. *Journal of Food Science*. 75 (3): 97-102.
- [BPOM] Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia. 1989. Keputusan Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No.0375/B/SK/VII/89 tentang Batas maksimum cemaran logam dalam makanan. Jakarta (ID): Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- [BPOM] Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia. 1989. Keputusan Direktorat Jenderal

- Pengawasan Obat dan Makanan No HK 00.06.1.52.4011 tentang Batas maksimum cemaran logam dalam makanan. Jakarta (ID): Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- [DPT] Ditjen Perikanan Tangkap. 2015. Indonesia produsen rumput laut *Cottonii* terbesar dunia. <http://kkp.go.id>. Diakses pada tanggal 5 Januari 2016 pada pukul 12.00 WIB.
- Ahmad F, Sulaiman MR, Saimon W, Yee CF, Matanjun P. 2012. Proximate compositions and total phenolic contents of selected edible seaweed from Semporna, Sabah, Malaysia. *Borneo Science*. (31): 85-96.
- Apak R, Guclu K, Ozyurek M, Celik SE. 2008. Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Microchimica Acta*. (160): 413-419.
- Bahriul P, Rahman N, Diah AWM. 2014. Uji aktivitas antioksidan ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) dengan menggunakan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil. *Jurnal Akademia Kimia*. 3(3): 143-149.
- Boeing JS, Erica OB, Beatriz CS, Paula FM, Vitor CA, Jesui VV. 2014. Evaluation of solvent effect on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities from the berries: Application of Principal Component Analysis. *Chemistry Central Journal*. 8(48): 1-9.
- Boonchum W, Peerapornpisal Y, Kanjanaphoti D, Pekkoh J, Pumas C, Jamjai U, Amornlerdpison D, Noiraksar T, Vacharapiyasophon P. 2011. Antioxidant activity of some seaweed from the gulf of Thailand. *International Journal of Agriculture and Biology*. 13: 95-99.
- 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.
- Cho ML, You SG. 2011. Antioxidant properties of extract and fractions from *Enteromorpha prolifera*, a type of green seaweed. *Food Chemistry*. 127(3): 999-1006.
- Chojnacka K, Saeid A, Witkowska Z, Tuhy L. 2012. Biologically active compounds in seaweed extracts – the prospects for the application. *The Open Conference Proceedings Journal*. (3): 20-28.
- Deepak P, Sowmiya R, Balasubramani G, Perumal P. 2017. Phytochemical profiling of *Turbinaria ornata* and its antioxidant and anti-proliferative effects. *Journal of Taibah University Medical Science*. 1-9.
- Djapiala FY, Montolalu LADY, Mentang F. 2013. Kandungan total fenol dalam rumput laut *Caulerpa racemosa* yang berpotensi sebagai antioksidan. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 1(2): 1-5.
- Dotulong V, Widjanarko SB, Yuniarta, Mamahit LP. 2013. The content of total phenols and antioxidant activity three types sea algae taken at the north Sulawesi Waters. *Food Science and Quality Management*. (17): 40-47.
- Felix N, Brindo A. 2014. Effects of raw and fermented seaweed, *Padina tetrastomatica* on the growth and food conversion of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 1(4): 108-113.
- Firdaus M. 2013. Indeks aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut cokelat (*Sargassum aquifolium*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(1): 42-47.
- Firdaus M, Astawan M, Muchtadi D, Wresdiyati T, Waspadji S, Karyono SS. 2012. Toksisitas akut ekstrak metanol rumput laut cokelat *Sargassum echinocarpum*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 15(2): 148-155.
- Fitriansyah SN, Fidrianny I, Ruslan K. 2017. Correlation of total phenolic, flavonoid and carotenoid content of *Sesbania sesban* (L.Merr) leaves extract with DPPH scavenging activities. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*. 9(1): 89-94.
- Fitrya. 2010. Pemeriksaan karakteristik simplisia alga *Padina australis* Hauck (Dictyotaceae). *Jurnal Penelitian Sains*. 13(3): 46-49.

- Foon TS, Ai LA, Kuppusamy P, Yusoff MM, Govindan N. 2013. Studies on In-Vitro antioxidant activity of marine edible seaweeds from the east coastal region of peninsular malaysia using different extract methods. *Journal of Coastal Life Medicine*. 1(3): 193-198.
- Fu M, Xu Y, Chen Y, Wu J, Yu Y, Zou B, An K, Xiao G. 2017. Evaluation of bioactive flavonoids and antioxidant activity in pericarpium citri reticulatae (Citrus reticulata "Chachi") during storage. *Food Chemistry*. 230: 649-656.
- Fung AYC. 2012. The fucoxanthin content and antioxidant properties of *Undaria pinnatifida* from Marlborough sound, New Zealand. [Tesis]. Australia (AU): Universitas Teknologi Auckland.
- Ganapathi K, Subramanian V, Mathan S. 2013. Bioactive potentials of brown seaweeds, *Sargassum myriocystum* J. Agardh, *S. plagiophyllum* C. Agardh and *S. ilicifolium* (Turner) J. Agardh. *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*. 3(5): 105-111.
- Guntarti A, Sholehah K, Irna N, Fistianingrum. 2015. Penentuan parameter non spesifik ekstrak etanol kulit buah manggis (*Garcia mangostana*) pada variasi asal daerah. *Farmasains*. 2(5): 202-207.
- Guru MMS, Vasanthi M, Achary A. 2015. Antioxidant and free radical scavenging potential of crude sulphated polysaccharides from *Turbinaria ornate*. *Section Cellular and Molecular Biology*. 70(1): 27-33.
- Han N, Bakovic M. 2015. Biologically active triterpenoids and their cardioprotective and anti-inflammatory effects. *Journal Bioanalysis Biomedicine*. (S12): 1-11.
- Harborne JB. 1987. Metode fitokimia penuntun cara modern menganalisis tumbuhan. Terjemahan Kosasih P dan Iwang SJ. Bandung (ID): ITB.
- Haryani TS, Sari BL, Triastinurmiatiningsih. 2012. Efektivitas ekstrak *Padina australis* sebagai antibakteri *Escherichia coli* penyebab diare. *Jurnal Universitas Pakuan*. 1-9.
- Hidayah N, Hisan AK, Solikin A, Irawati, Mustikaningtyas D. 2016. Uji efektivitas ekstrak *Sargassum muticum* sebagai alternative obat bisul akibat aktivitas *Staphylococcus aureus*. *Journal of Creativity Students*. 1(1): 1-9.
- Husni A, Ustadi, Hakim A. 2014. Penggunaan ekstrak rumput laut *Padina* sp. untuk peningkatan daya simpan fillet nila merah yang disimpan pada suhu dingin. *Agritech*. 34(3): 239-246.
- Ika, Tahril, Said I. 2012. Analisis logam timbal (Pb) dan besi (Fe) dalam air laut di wilayah pesisir pelabuhan ferry taipa kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademia Kimia*. 1(4): 181-186.
- Indu H, Seenivasan R. 2013. In Vitro antioxidant activity of selected seaweeds from southeast coast of India. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 5(2): 474-484.
- Irawati NAV. 2015. Antihypertensive effects of avocado leaf extract (*Persea Americana* mill). *Journal Majority*. 4(1): 44-48.
- Jeeva S, Marimuthu J, Domettilla C, Anantham, Mahesh M. 2012. Preliminary phytochemical studies on some selected seaweeds from Gulf of Mannar, India. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. S30-S33.
- Karahalil FY, Sahin H. 2011. Phenolic Composition and Antioxidant Capacity of Cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) Sampled from Trabzon Region, Turkey. *African Journal of Biotechnology*. 10(72): 16293-16299.
- Kelman D, Posner EK, McDermid KJ, Tabandera NK, Wright PR, Wright AD. 2012. Antioxidant activity of Hawaiian marine algae. *Marine Drugs*. (10): 403-416.
- Kumar A, Kumari SN, 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.
- Kumar S, Sandhir R, Ojha S. 2014. Evaluation of antioxidant activity and total phenol in different varieties of *Lantana camara* leaves. *BMC Research Notes*. 7(560): 1-9.
- Laeliocattleya RA, Prasiddha IJ, Estiasih

- T, Maligan JM, Muchlisyyah J. 2014. Potensi senyawa bioaktif rambut jagung (*Zea mays* L.) hasil fraksinasi bertingkat menggunakan pelarut organik untuk tabir surya alami. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 15(3): 175-184.
- Lee NY, Yunus MAC, Idham Z, Ruslan MSH, Aziz AHA, Irwansyah N. 2017. Extraction and identification of bioactive compounds from agarwood Leaves. *Second International Conference on Chemical Engineering (ICCE)*. 162: 1-6.
- Luthfiyana N, Nurjanah, Nurilmala M, Anwar E, Hidayat T. 2016. Rasio bubur rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum* sp. sebagai formula krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3): 183-195.
- Machu L, Misurcova L, Ambrozova JV, Orsavova J, Mlcek J, Sochor J, Jurikova T. 2015. Phenolic content and antioxidant capacity in algal food products. *Molecules*. (20): 1118-1133.
- Maharany F, Nurjanah, Suwandi R, Anwar E, Hidayat T. 2017. Kandungan senyawa bioaktif rumput laut *Padina australis* dan *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 10-17.
- Matanjun P, Mohamed S, Mustapha NM, Muhammad K. 2009. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *Journal Application Phycology*. 21: 75-80.
- Megha M, Anjali S. 2013. Antioxidant potential of seaweeds from kunakeshwar along the west coast Maharashtra. *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*. 3(22): 45-50.
- Mehdinezhad N, Ghannadi A, Yegdaneh A. 2016. Phytochemical and biological evaluation of some *Sargassum* species from Persian Gulf. *Research in Pharmaceutical Sciences*. 11(3): 243-249.
- Mien DJ, Carolin WA, Firhani PA. 2015. Penetapan kadar saponin pada ekstrak daun lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain varietas *S. laurentii*) secara gravimetri. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan*. 2(2): 65-69.
- Movahedinia A, Heydari M. 2012. Antioxidant activity and total phenolic content in two Alga species from the Persian Gulf in Bushehr Province, Iran. *International Journal of Science and Research*. 3(5): 954-958.
- Mushollaeni W, Rusdiana E. 2013. Test of hypoglykemic effect of brown seaweeds extract (*Padina* and *Sargassum binderii*) on mice induced by alloxan. *Journal of Agriculture and Food Technology*. 3(7): 5-11.
- Mutmainah SF, Estiasih T. 2016. Senyawa bioaktif pada umbi-umbian lokal untuk penurunan tekanan darah : kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4(1):377-382.
- Mwalugha HM, Wakibia JG, Kenji GM, Mwasaru MA. 2015. Chemical composition of common seaweeds from the Kenya Coast. *Journal of Food Research*. 4(6): 28-38.
- Nagappan H, Pee PP, Kee SHY, Ow JT, Yan SW, Chew LY, Kong KW. 2017. Malaysian brown seaweeds *Sargassum siliquosum* and *Sargassum polycystum*: low density lipoprotein (LDL) oxidation, angiotensin converting enzyme (ACE), α -amylase and α -glucosidase inhibition activities. *Food Research International*. 1-9.
- Nasruddin, Asikin AN, Kusumaningrum I. 2016. Pengaruh konsentrasi KOH terhadap karakteristik karagenan dari *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*. 21(2): 55-63.
- Nazni DP, Renuga. 2014. Mineral composition of the selected brown seaweed from Mandapam, Gulf of Mannar region, Tamilnadu. *International Journal of Research in Marine Sciences*. 4(1): 1-5.
- Neelamathi E, Kannan R. 2016. Screening and characterization of bioactive compounds of *Turbinaria ornate* from the gulf of Mannar, India. *Journal Agricultural and Environmental Science*. 16(2): 243-251.
- Nurjanah, Jacob AM, Nurokhmatunnisa, Pujianti D. 2013. Kandungan asam amino, taurin, mineral makro-mikro dan vitamin B12 ubur-ubur (*Aurelia aurita*) segar dan kering. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(2): 95-107.

- Padua D, Rocha E, Gargiulo D, Ramos AA. 2105. Bioactive compounds from brown seaweeds: phloroglucinol, fucoxanthin and fucoidan as promising therapeutic agents against breast cancer. *Phytochemistry Letters*. 14: 91-98.
- Parthiban C, Saranya C, Girija K, Hemalatha A, Suresh M, Anantharaman P. 2013. Biochemical composition of some selected seaweeds from tuticorin coast. pelagia. *Research Library Advances in Applied Science Research*. 4(3): 362-366.
- Parubak AS. 2013. Senyawa flavonoid yang bersifat antibakteri dari Akway (*Drimys beccariana*, Gibbs). *Jurnal Universitas Sam Ratulangi*. 34-37.
- Praveen NK, Chakraborty K. 2013. Antioxidant and anti-inflammatory potential of the aqueous extract and polysaccharide fraction from brown marine macroalgae *Padina* sp. from gulf of mannar of peninsular India. *Journal of Coastal Life Medicine*. 1(1): 39-49.
- Rohyani I, Aryanti E, Suripto. 2015. Kandungan fitokimia beberapa jenis tumbuhan lokal yang sering dimanfaatkan sebagai bahan baku obat di pulau lombok. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1(2): 388-391.
- Sameeh MY, Mohamed AA, Elazzazy AM. 2016. Polyphenolic contents and antimicrobial activity of different extracts of *Padina boryana* Thivy and *Enteromorpha* sp. marine algae. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 6(9): 87-92.
- Santoso J, Stark YY, Suzuki T. 2006. Comparative contents of minerals and dietary fibers in several tropical seaweeds. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 9(1): 1-11.
- Sari I. 2015. The Characterization of simplisia, isolation and identification of chemical constituents from thallus *Turbinaria decurrens* Bory. *Jurnal Natural*. 15(2): 18-27.
- Sarini AW, Aishah HN, Zaini NM. 2014. Determination of antioxidant activity for seven types of macroalgae. *International Conference on Food Engineering and Biotechnology*. 65: 51-56.
- Selayar NA, Tumembouw S, Mondoringin L. 2015. Telaah kandungan logam berat merkuri (Hg) di sekitar Teluk Manado. *Jurnal Budidaya Perairan*. 3(1): 124-130.
- Septian BA, Widyaningsih TD. 2014. Peranan senyawa bioaktif minuman cincau hitam (*Mesona palustris* BI) terhadap penurunan tekanan darah tinggi: kajian pustaka. *Jurnal Pangan Agroindustri*. 2(3): 198-202.
- Septiana AT, Asnani A. 2013. Aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut *Sargassum duplicatum*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 14(2): 79-86.
- Sethi P. 2012. Biochemical composition of marine brown algae *Padina tetrastromatica* Hauck. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*. 4(1): 117-118.
- Solarin BB, Bolaji DA, Fakayode OS, Akinnigbagbe RO. 2014. Impacts of an invasive seaweed *Sargassum hystrix* var. *fluitans* (borgesen 1914) on the fisheries and other economic implications for the nigerian coastal waters. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 7(7): 1-6.
- Supartini N, Mushollaeni W. 2017. Local alginate as a food additive and nutritional improvement for white bread. *American Journal of Research Communication*. 5(1): 1-22.
- Supriyantini E, Soenardjo N. 2015. Kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada akar dan buah mangrove *Avicennia marina* di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*. 18(2):98-105.
- Suptijah P, Yanuarizki O, Nurjanah. 2013. Aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif kerang simping (*Amusium pleuronectes*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(3): 242-248.
- 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.
- Tabarsa M, Rezaei M, Ramezanpour Z,

- Waaland JR, Rabiei R. 2012. Fatty acids, amino acids, mineral contents dan proximate composition of some brown seaweed. *Journal Phycological Society of America*. (48): 285-292.
- Yulius F, Kusumaningrum I, Hasanah R. 2016. Pengaruh lama perebusan terhadap mutu karaginan dari rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*). *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*. 21(2): 41-47.
- Yuniarti DW, Sulistiyati TD, Suprayitno E. 2013. Pengaruh suhu pengeringan vakum terhadap kualitas serbuk albumin ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *THPi Student Journal Universitas Brawijaya*. 1(1): 1-9.