

## KANDUNGAN SENYAWA BIOAKTIF BUBUR RUMPUT LAUT *Sargassum plagyophyllum* DAN *Euclidean cottonii* SEBAGAI BAHAN BAKU KRIM PENCERAH KULIT

Marettty Twentyna Dolorosa<sup>1\*</sup>, Nurjanah<sup>1</sup>, Sri Purwaningsih<sup>1</sup>, Effionora Anwar<sup>2</sup>,  
Taufik Hidayat<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor  
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat  
Telepon (0251) 8622909-8622906, Faks. (0251) 8622915

<sup>2</sup>Departemen Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Indonesia, Kampus Depok Jawa Barat

<sup>3</sup>Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jalan Raya Pakupatan KM 4  
Serang, Banten

\*Korespondensi: [ocabutarbutar@gmail.com](mailto:ocabutarbutar@gmail.com)

Diterima: 10 September 2017/ Disetujui: 2 Desember 2017

**Cara sitasi:** Dolorosa MT, Nurjanah, Purwaningsih S, Anwar E, Hidayat T. 2017. Kandungan senyawa bioaktif bubuk rumput laut *Sargassum plagyophyllum* dan *Euclidean cottonii* sebagai bahan baku krim pencerah kulit. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 633-644.

### Abstrak

Rumput laut adalah komoditas unggulan dengan jumlah melimpah dari Perairan Indonesia. Rumput laut mengandung bahan aktif alami yang berfungsi sebagai antioksidan dan inhibitor tirosinase yang dapat menghambat proses pembentukan melanin dan pendekatan terbaru yang digunakan untuk mencerahkan kulit. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik kimia meliputi logam berat, metabolit sekunder (senyawa fitokimia), kadar air, vitamin C dan E, serta aktivitas antioksidan dan angka lempeng total (TPC) pada simplisia dan bubuk *S. plagyophyllum* dan *E. cottonii*. Total mikroba *S. plagyophyllum* sebesar  $2,3 \times 10^2$  koloni/g dengan kadar air 16,71% dan *E. cottonii*  $2,2 \times 10^3$  koloni/g dengan kadar air 19,79%. Rumput laut cokelat *S. plagyophyllum* tidak mengandung logam berat yang berbahaya. Kadar vitamin C pada kedua jenis rumput laut adalah 212,95 mg/kg untuk *S. plagyophyllum* dan 15,95 mg/kg untuk *E. cottonii*. Kadar vitamin E *S. plagyophyllum* adalah 363,86 mg/kg dan 0,23 mg/kg untuk *E. cottonii*. Nilai  $IC_{50}$  *S. plagyophyllum* sebesar 109 ppm dan 130,62 ppm untuk *E. cottonii*. Bubur *S. plagyophyllum* mengandung senyawa bioaktif antara lain alkaloid, steroid, flavonoid, saponin dan tanin. Bubur *E. cottonii* memiliki senyawa bioaktif alkaloid dan terpenoid.

Kata kunci: antioksidan, bubuk *S. plagyophyllum*, inhibitor tirosinase, vitamin

### ***Bioactive Compounds of Seaweed Sargassum plagyophyllum and Euclidean cottonii as Lightening Raw Materials***

#### Abstract

Seaweed is main commodity with abundant amount of Indonesian waters. Seaweed contains naturally bioactive compounds that acts as antioxidant and tyrosinase inhibitor which inhibit melanin formation and the latest approach used to skin lightening. The aim of this research were to determine chemical characterization such as heavy metal, secondary metabolite (phytochemical compounds), moisture, vitamin C and E, antioxidant activity and total plate count (TPC) on dry simplisia and slurry of *S. plagyophyllum* and *E. cottonii*. Total microbe of *S. plagyophyllum* amounted  $2.3 \times 10^2$  colony/g with moisture content 16,71% and *E. cottonii* amounted  $2.2 \times 10^3$  colony/g with moisture content 19.79%. Brown seaweed, *S. plagyophyllum*, did not contain dangerous heavy metal. Vitamin C value in both spesies of seaweed were 212.95 mg/kg for *S. plagyophyllum* and 15,95 mg/kg for *E. cottonii*. Vitamin E of *S. plagyophyllum* amounted 363.86 mg/kg and 0.23 mg/kg for *E. cottonii*.  $IC_{50}$  value of *S. plagyophyllum* was 109 ppm and 130.62 ppm for *E. cottonii*. *S. plagyophyllum* slurry contain bioactive compound such as alkaloids, steroids, flavonoids, saponins and tannins. *E. cottonii* slurry contain bioactive compound alkaloids and terpenoids.

Keywords: antioxidant, *S. plagyophyllum* slurry, tyrosinase inhibitor, vitamin

## PENDAHULUAN

Kosmetik adalah suatu produk yang digunakan dalam penampilan khususnya wanita agar kulit terlihat lebih menarik dan sebagai terapi estetika dalam mengurangi masalah estetika misalnya kulit menjadi gelap. Pigmen yang menyebabkan kulit tampak lebih gelap adalah pigmen melanin. Pigmen melanin yang terdapat pada kulit manusia digunakan sebagai bentuk pertahanan terhadap paparan sinar ultraviolet (UV). Indonesia adalah negara beriklim tropis dengan radiasi matahari yang menyengat serta mengganggu, maka produksi melanin dapat terganggu. Chang (2009) menyatakan pembentukan melanin (melalui reaksi pencokelatan) pada kulit manusia terjadi dengan adanya katalisator (berupa enzim tirosinase) dan sinar UV yang dapat menimbulkan hiperpigmentasi. Likhitwitayawuid (2008) mendefinisikan tirosinase (yang lebih dikenal dengan fenol oksidase) adalah enzim yang mengandung tembaga dan memiliki campuran fungsi oksidase dan terlibat dalam sintesis melanin. Enzim tirosinase mengkatalisis dua reaksi berbeda yang menggunakan oksigen: o-hidrosilasi tirosin menjadi 3,4-dihidroksifenilalanin atau DOPA (o-difenol) yang dikenal dengan nama monofenolase dan oksidasi dari DOPA menjadi dopakuinon (o-kuinon) yang disebut difenolase, sebelum menjadi eumelanin atau feomelanin. Sintesis dikontrol oleh sekumpulan enzim yang disebut dengan tirosinase-related proteins (TRPs) yang terdapat pada membran melanosomal.

Proses pembentukan melanin dapat direduksi dengan senyawa aktif melalui mekanisme antioksidan dan inhibitor enzim tirosinase. Inhibitor tirosinase adalah senyawa yang dapat menghambat proses pembentukan melanin dan pendekatan terbaru yang digunakan untuk mencerahkan kulit. Beberapa senyawa kimia dilaporkan memiliki efek karsinogenik, teratogenik dan ochronosis (kulit berwarna kehitaman) antara lain asam kojat (Miyazawa 2007), merkuri dan hidrokuinon (BPOM 2016). Alternatif lain yaitu dengan penggunaan bahan aktif alami (*bioactive compound*) yang dianggap lebih aman yaitu rumput laut dengan jumlah

melimpah di Indonesia. Rumput laut yang digunakan merupakan rumput laut cokelat (*Phaeophyta*) dan rumput laut merah (*Rhodophyta*).

Genus dari Divisi *Phaeophyta* salah satunya adalah *Sargassum*. Beberapa spesies dari rumput laut cokelat dilaporkan memiliki aktivitas penghambatan tirosinase, di antaranya ekstrak *S. silquastrum* dengan aktivitas penghambatan tirosinase sebesar 50% (Seon-Heui *et al.* 2011); ekstrak metanol *Sargassum* sp. sebesar  $27,50 \pm 0,9$  ppm pada substrat l-tyrosine (monofenolase) dan  $209,06 \pm 64,96$  ppm pada substrat L-DOPA (difenolase) dan senyawa bioaktif yang didapatkan antara lain flavonoid, saponin, fenol, steroid, dan terpenoid (Putri 2014). Pratama *et al.* (2015) melaporkan hasil penapisan fitokimia pada simplisia *S. duplicatum* mengandung flavonoid jenis flavonol dan memiliki nilai  $IC_{50}$  sebesar 14,351 ppm. Keberadaan senyawa phlorotannin yang turut berperan dalam melindungi kerusakan kulit terhadap radikal bebas yang disebabkan oleh paparan sinar UV sehingga menghambat pembentukan melanin (Svobodová *et al.* 2003). Nurjanah *et al.* (2015) melaporkan nilai  $IC_{50}$  pada ekstrak metanol *Sargassum* sp. sebesar 57,05 ppm dan jumlah ketersediaan vitamin E sebesar 165,19 ppm. Aktivitas antioksidan pada sediaan bubuk *Sargassum* sp. dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 119,66 ppm (Luthfiyana *et al.* 2016). Salah satu jenis rumput laut cokelat yang potensial untuk dimanfaatkan adalah *S. plagyophyllum*. Karakteristik biologi *S. plagyophyllum* memiliki gelembung udara (*bladder*), cabang rimbun, daun melebar atau seperti pedang. *S. plagyophyllum* memiliki batang pada batang utama dan percabangan berbentuk silindris, namun batang dan percabangannya licin (tidak berduri), tumbuh pada substrat batu di daerah rata-rata terumbu karang. Pigmen fukosantin dan xantofil memberikan warna cokelat pada rumput laut cokelat (Firdaus 2011). Merdekawati dan Susanto (2009) melaporkan beberapa pigmen dominan yang terdapat pada *Sargassum* sp. antara lain klorofil a 52,82%, fukosantin 20,95%, turunan klorofil 15,23%, xantofil 8,46%, karoten 1,49% dan klorofil c 1,05%.

Diachanty *et al.* (2017) melaporkan total fenolik ekstrak etanol *S. polycystum* yaitu 8287,18 mg GAE/g serta komposisi mineral *S. polycystum* meliputi Fe 0,03±0,00 mg/g, Ca 11,28±0,03 mg/g, K 34,49±0,70 mg/g, Na 19,34±0,11 mg/g dan Mg 8,67±0,16 mg/g.

Salah satu spesies karaginoFit adalah *E. cottonii* atau *Kappaphycus alvarezii*. Pigmen klorofil (hijau), karoten (keemasan) dan fikoeritrin (merah) adalah beberapa zat warna penyusun dari rumput laut merah *E. cottonii*. Yanuarti *et al.* (2017) melaporkan total fenolik ekstrak metanol dan etil asetat *E. cottonii* masing-masing 141,00 mg GAE/g dan 134,33 mg GAE/g, sedangkan total flavonoid ekstrak metanol dan etil asetat masing-masing 17,78 mg QE/g dan 35,18 mg QE/g. Merdekawati dan Susanto (2009) melaporkan *E. cottonii* mengandung beberapa pigmen yang dominan, antara lain klorofil a 74,920%, turunan klorofil 16,418%, xantofil 7,715% dan karoten 0,947%. Proses pembentukan melanin dapat direduksi dengan mekanisme antioksidan. Beberapa penelitian tentang potensi *E. cottonii* sebagai antioksidan telah dilaporkan. Nurjanah *et al.* (2015) melaporkan nilai IC<sub>50</sub> dari ekstrak metanol *E. cottonii* sebesar 105,04 ppm, ketersediaan vitamin E sebesar 160,01 ppm. Maharany *et al.* (2017) melaporkan kandungan vitamin E pada *E. cottonii* 158,07 ppm, nilai IC<sub>50</sub> ekstrak metanol *E. cottonii* 106,021 ppm dan terdapat beberapa senyawa fitokimia antara lain flavonoid, fenol hidrokuinon dan triterpenoid. Luthfiyana *et al.* (2016) melaporkan pada sediaan bubuk *E. cottonii* memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 127,23 ppm. Rumput laut dikembangkan pada bidang kosmetika dengan memanfaatkan sifat fisiko-kimiawi antara lain membentuk gel, kekentalan, mengikat air, dan mengikat ion sehingga dapat mempertahankan kelembaban (Yunizal 2004). Rumput laut digunakan dalam pembuatan sediaan kosmetik dalam bentuk karagenan. Karagenan adalah polisakarida sulfat yang diperoleh dari ekstraksi menggunakan air atau alkali dari spesies *Eucheuma cottonii*. Karagenan terdiri dari potasium, sodium, magnesium dan ester kalsium sulfat dari galaktosa dan

kopolimer 3,6-anhydro-galactose (Laurienzo 2010). Karagenan digunakan dalam industri kosmetika sebagai stabilizer, suspensi dan pelarut (Suparmi dan Sahri 2009). Karagenan menunjukkan kemampuan menyebar dan memiliki kapasitas menahan air sehingga digunakan sebagai pelembab. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik kimia meliputi logam berat, metabolit sekunder (senyawa fitokimia), kadar air, vitamin C dan E, serta aktivitas antioksidan dan jumlah angka lempeng total (TPC) pada simplisia dan bubuk *S. plagyophyllum* dan *E. cottonii*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah rumput laut *E. cottonii* dan *S. plagyophyllum* yang didapatkan dari Serang (Banten). Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis terdiri dari 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma), asam askorbat (Merck), media plate count agar (PCA), asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (Merck), pereaksi Dragendorff, pereaksi Meyer, dan pereaksi Wagner, kloroform (Merck), anhidrat asetat, asam sulfat, serbuk magnesium, amil alkohol, asam klorida (HCl) (Merck), larutan FeCl<sub>3</sub>, etanol (Merck). Alat utama yang digunakan adalah spektrofotometer UV VIS tipe 1601 (Shimadzu), *High Performance Liquid Chromatography*, *magnetic stirrer* (Jenwey 1200), blender (Philips), sokhlet (IWAKI), *vortex* (Stuart SA8 Vortex Mixer, 230V, 50-60Hz, 20-2500rpm), timbangan analitik (Sartorius), timbangan digital (Tanita KD-160), oven (Mettler, Jerman), pH meter tipe 510 (Eutech Instrument, Singapura) dan alat-alat gelas (pyrex).

### Metode Penelitian

#### Pengambilan dan preparasi sampel

Rumput laut *S. plagyophyllum* diperoleh dari perairan pantai Pasauran, Serang, Banten. Sampel *S. plagyophyllum* berada dalam keadaan segar, dicuci dengan air laut dan segera ditransportasikan ke laboratorium menggunakan *cool box*. Sampel *S. plagyophyllum* dicuci dengan larutan garam, untuk meminimalisir pasir, lumpur dan garam mineral. Tujuan pencucian adalah

menghilangkan bau dan rasa amis yang terdapat pada alga cokelat (Yunizal 2004). Sampel dikering-anginkan selama 5-6 hari (Masduqi *et al.* 2014). Tujuan dari pengeringan ini adalah untuk mempertahankan kandungan bahan kimia dari rumput laut ini. Bahan baku disimpan hingga akan digunakan dalam penelitian. Sampel *E. cottonii* diperoleh sudah dalam keadaan kering dari hasil budidaya masyarakat Desa Lontar, Serang, Banten. Sampel *E. cottonii* dicuci dengan larutan garam dan dikeringkan kembali di bawah sinar matahari agar sampel dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama.

Penelitian diawali dengan menganalisis komposisi kimia dan mikrobiologi berupa kadar air, logam berat dan angka lempeng total pada simplisia *S. plagyophyllum* dan *E. cottonii*. Rumput laut dibuat dalam sediaan bubuk, kemudian dianalisis senyawa fitokimia, vitamin C dan E, serta aktivitas antioksidan.

#### **Kadar air**

Komposisi kimia rumput laut *S. plagyophyllum* dan *E. cottonii* diketahui dengan analisis kadar air berdasarkan AOAC (2005). Analisis kadar air dilakukan dengan metode pengeringan oven pada suhu 105°C.

#### **Logam berat**

Pengujian kandungan logam berat dilakukan pada bahan baku dengan metode spektrofotometri serapan atom (SSA). Jenis residu logam berat yang diuji pada sampel bahan baku rumput laut *E. cottonii* dan *S. plagyophyllum* adalah timbal (Pb) dan kadmium (Cd) (BSN 2011), arsen (As) (Nurjanah *et al.* 1999), merkuri (Hg) (BSN 2016), dan timah (Sn) (Vera 2011).

#### **Total mikroba**

Perhitungan total mikroba dilakukan secara aseptis yang mengacu pada metode BSN (1992). Sampel yang digunakan adalah simplisia kering rumput laut *S. plagyophyllum* dan *E. cottonii*. Media yang digunakan adalah Plate Count Agar (PCA) yang steril pada suhu 45-55°C. Total mikroba diperoleh dengan menghitung jumlah koloni yang tumbuh.

#### **Preparasi bubuk rumput laut**

Rumput laut direndam menggunakan air deionisasi selama 12 jam dengan perbandingan rumput laut dan air deionisasi 1:20 (Saputra 2012). Tujuan perendaman dilakukan untuk melembikkan (melembutkan) rumput laut supaya memudahkan dalam homogenisasi. Proses perendaman atau rehidrasi dilakukan untuk menghilangkan bau dan rasa amis yang mungkin terdapat dalam kedua jenis rumput laut yang digunakan (Yunizal 2004). Rumput laut dihomogenisasi dengan air deionisasi dengan perbandingan antara sampel dan air 1:1. Penghomogenan menggunakan blender selama 3-5 menit.

#### **Analisis fitokimia**

Skrining fitokimia dilakukan mengacu pada Harborne (1984). Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui metabolit sekunder (komponen bioaktif) yang terdapat pada bubuk *S. plagyophyllum* dan *E. cottonii*. Analisis fitokimia yang dilakukan terdiri dari analisis alkaloid, flavonoid, fenol hidrokuinon, steroid/triterpenoid, tanin, dan saponin.

#### **Analisis vitamin C**

Pengujian vitamin C secara umum adalah menghomogenkan sampel dengan asam metafosfat, kemudian dilakukan pemisahan asam askorbat menggunakan kolom oktadesil silan (ODS, C-18), fase gerak larutan fosfat (bentuk asam atau garam) pada panjang gelombang 254 nm (Rohman dan Sumantri 2013). Sampel yang digunakan adalah bubuk rumput laut merah dan cokelat. Penentuan kadar vitamin C mengacu pada metode Khalili *et al.* (2010) dengan membandingkan waktu retensi dan spiking tes pada sampel dengan L-asam askorbat. Sampel sebanyak 5 µL di-inject-kan ke dalam *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) dengan kecepatan aliran eluen 0.8 mL/menit. Fase gerak (eluen) yang digunakan adalah asam fosfat 1% dengan kolom oktadesil silan (ODS merek Cronus, C-18). Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 254 nm.

### Analisis vitamin E

Sampel yang digunakan adalah bubur rumput laut merah dan cokelat. Penentuan kadar vitamin E mengacu pada metode Sarikaya dan Kalayar (2011) dengan menggunakan perbandingan antara waktu retensi (RT) pada standar vitamin E dengan sampel. Larutan standar yang digunakan adalah  $\alpha$ -tokoferol dan tokoferol asetat. Sampel sebanyak 20  $\mu$ L diinjeksikan ke dalam HPLC dengan kecepatan aliran eluen 1.5 mL/menit. Fase gerak (eluen) yang digunakan adalah metanol:air (95:5% v/v) dengan kolom oktadesil silan (ODS merk Cronus, C-18). Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 280 nm.

### Aktivitas antioksidan rumput laut

Analisis aktivitas antioksidan mengacu pada Salazar-Aranda *et al.* (2009) dengan metode DPPH. Sampel bubur rumput laut diabsorbansi pada panjang gelombang 517 nm menggunakan spektrofotometer UV-Visible. Persentasi penghambat aktivitas radikal bebas diperoleh dari nilai absorbansi sampel. Persamaan regresi diperoleh dari hubungan antara konsentrasi sampel dan persentasi penghambatan aktivitas radikal bebas. Nilai konsentrasi penghambatan aktivitas radikal bebas sebanyak 50% ( $IC_{50}$ ) dihitung menggunakan persamaan regresi linier. Nilai  $IC_{50}$  diperoleh dengan memasukkan  $y=50$  serta nilai A dan B yang telah diketahui.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar air

Bahan baku yang digunakan adalah rumput laut *S. plagyophyllum* dan *E. cottonii* yang dilakukan pengeringan dengan sistem kering angin selama 5-6 hari. Rendemen rumput laut *S. plagyophyllum* adalah 16,795% dengan rasio penyusutan dari kondisi segar sebesar 1:6 (berat segar : berat kering). Kadar air *S. plagyophyllum* diperoleh sebesar 16,71%. Hasil uji kadar air *S. plagyophyllum* jika dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Masduqi *et al.* (2014) menggunakan rumput laut *S. polycystum* 14,43%, cenderung masih lebih tinggi. Metode pengeringan yang telah dilakukan

menggunakan kering angin. Perbedaan jumlah kandungan air yang terdapat pada kedua jenis *Sargassum* ini dipengaruhi oleh perbedaan waktu dan proses pengeringan yang dilakukan. Proses pengeringan pada bahan baku yang tidak merata dan terdapat perubahan temperatur dan kelembaban lingkungan secara fluktuatif dapat mempengaruhi kandungan air. Sampel rumput laut pada proses pengeringan dilakukan pembolak-balikan agar pengeringan secara merata. Rumput laut yang telah dikeringkan, disimpan pada suhu ruang (untuk mempertahankan kadar air).

Kadar air rumput laut *E. cottonii* yang diperoleh dari pembudidayaan rumput laut sebesar 40,10%. Rumput laut *E. cottonii* memiliki kandungan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan *S. plagyophyllum*. Perbedaan spesies dan umur panen dapat mempengaruhi kadar air. Setiap spesies memiliki kadar air yang berbeda dan semakin tua dalam umur panen maka kandungan air yang terdapat dalam bahan baku juga berbeda. *E. cottonii* diperoleh dari hasil budidaya yang telah dikeringkan oleh masyarakat Desa Lontar Serang, Banten. Standar kadar air *E. cottonii* adalah 30% (BSN 2015). Hal yang mempengaruhi kandungan air cenderung tinggi (di atas standar nasional) adalah kondisi penyimpanan setelah dikeringkan. Hasil pertanian atau perikanan bersifat higroskopis menyerap air dari lingkungan dan melepaskan air ke lingkungan. Bahan baku dapat menyerap air apabila kondisi lingkungan memiliki kelembaban relatif tinggi dan akan melepaskan kembali air apabila kelembaban relatif rendah baik dalam proses pengeringan dan selama penyimpanan.

*E. cottonii* dilakukan pengeringan kembali di bawah sinar matahari dan diperoleh kadar air sebesar 19,79%. Proses pengeringan akan terjadi penguapan air dari rumput laut dan membentuk butiran garam yang melekat pada permukaan thallus. Alamsyah *et al.* (2013) menyatakan butiran garam dapat dibuang dengan cara mengayak rumput laut dan butiran garam dapat turun melalui saringan. Rumput laut akan menjadi lembab kembali apabila masih banyak terdapat butiran garam.

Tabel 1 Kandungan logam berat *E. cottonii* dan *S. plagyophyllum*

Parameter	Satuan (mg/kg)		
	<i>E. cottonii</i>	<i>S. plagyophyllum</i>	BSN (2015)
Timbal (Pb)	3,73	<0,040	0,3
Kadnium (Cd)	1,82	<0,005	0,1
Timah (Sn)	<0,8	<0,8	40,0
Raksa (Hg)	<0,005	<0,005	0,5
Arsen (As)	<0,013	<0,005	1,0

### Logam berat

Sediaan kosmetik yang mengandung logam berat berbahaya dalam kadar yang berlebih akan kontak dengan kulit secara langsung dan terabsorpsi masuk ke dalam darah serta menyerang organ tubuh sehingga menyebabkan penyakit (Erasiska *et al.* 2015). Pengujian kandungan logam berat dilakukan pada bahan baku dan dibandingkan dengan standar logam berat pada rumput laut kering yang telah ditetapkan oleh BSN (2015). Kandungan logam berat *E. cottonii* dan *S. plagyophyllum* disajikan pada Tabel 1. Kandungan logam berat pada rumput laut *S. plagyophyllum* memenuhi standar batas aman yang telah ditetapkan sehingga aman digunakan sebagai bahan baku untuk sediaan kosmetik. Kandungan timbal dan kadnium pada rumput laut *E. cottonii* tidak memenuhi standar batas aman. Diachanty *et al.* (2017) melaporkan kandungan logam berat *S. polycystum* yang diperoleh dari perairan Pulau Pramuka (Kepulauan Seribu) meliputi Pb 6,43 mg/kg, Hg 0,24 mg/kg dan Cu 5,66 mg/kg.

Akumulasi logam berat tergantung pada konsentrasi logam tersebut dalam air atau lingkungan, suhu, keadaan spesies dan aktivitas fisiologis (Connel dan Miller 1995). Hal ini didukung oleh Prihantono *et al.* (2014) melaporkan hasil pengukuran terhadap kualitas air di perairan Kabupaten Serang berada di atas baku mutu yang telah disyaratkan oleh (KLH 2004). Walaupun jumlah mutu terhadap logam berat tidak dipaparkan lebih rinci, akan tetapi kualitas air berada di atas baku mutu 0,001 mg/L untuk raksa, 0,012 mg/L untuk arsen, 0,001 mg/L untuk kadnium, dan 0,008 mg/L untuk timbal (KLH 2004).

Rumput laut memiliki kemampuan dalam mengakumulasi logam berat di dalam thallusnya dari lingkungan perairan tempat hidupnya. Rumput laut memiliki cara hidup yang relatif menetap sehingga kecil kemungkinannya untuk menghindari dari perubahan lingkungan perairan yang membahayakan. Hutagalung (1991) menjelaskan bahan cemaran yang masuk ke dalam lingkungan laut, akan mengalami tiga proses akumulasi antara lain secara fisik, kimia dan biologis. Rumput laut menyerap zat pencemar yang masuk ke ekosistem air laut yang dipekatkan oleh proses biologis.

Penggunaan air deionisasi bertujuan meminimalisir kontaminasi logam berat selama proses produksi sediaan kosmetik. Air deionisasi adalah air yang memiliki kandungan total organik karbon lebih kecil dari 3 µg/L (ppm) (BSN 2016). Luthfiyana *et al.* (2016) menyatakan bahwa air deionisasi memiliki tingkat kemurnian yang sangat tinggi (*Ultra Pure Water*), jumlah kadar zat ionik dan anionik mendekati nol, menghilangkan ion garam dan berbagai macam ion logam.

### Total mikroba

Pengujian total mikroba dilakukan pada bahan baku dengan metode angka lempeng total (ALT). Total mikroba *S. plagyophyllum* sebesar  $2,3 \times 10^2$  koloni/g dan *E. cottonii* sebesar  $2,2 \times 10^3$  koloni/g. Jumlah ini masih memenuhi standar batas layak konsumsi ALT menurut BSN (2009) adalah  $1 \times 10^5$  koloni/g. Total mikroba yang terdapat pada rumput *E. cottonii* lebih tinggi dibandingkan dengan *S. plagyophyllum*. Hidayah *et al.* (2015) menyatakan peningkatan total bakteri berkaitan dengan kadar air yang terdapat

dalam bahan baku. Air merupakan media yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroba (Rienoviar dan Nashrianto 2010). Kadar air yang terdapat pada *E. cottonii* lebih tinggi dibandingkan dengan *S. plagyophyllum*. Putri (2012) menambahkan pengeringan dengan sinar matahari sangat bergantung pada cuaca dan memungkinkan terjadinya kontaminasi selama penjemuran yaitu debu, kotoran atau serangga.

### Kandungan fitokimia *S. plagyophyllum* dan *E. cottonii*

Kandungan fitokimia adalah metabolit sekunder yang terdapat pada suatu simplisia. Anggriyamurti (2014) mendefinisikan metabolit sekunder adalah hasil reaksi dari metabolit primer yang biasa digunakan oleh tumbuhan untuk mempertahankan diri. Analisis fitokimia dilakukan secara kualitatif untuk menentukan senyawa bioaktif yang berperan sebagai senyawa pencerah kulit. Senyawa bioaktif yang terdapat pada bubur *E. cottonii* dan *S. plagyophyllum* disajikan pada Tabel 2.

Komponen bioaktif alkaloid dan terpenoid yang terdapat pada bubur *E. cottonii*. Bubur *S. plagyophyllum* mengandung beberapa komponen bioaktif antara lain alkaloid, steroid, flavonoid, saponin, dan tanin. Senyawa bioaktif yang diduga berperan sebagai inhibitor tirosinase yang terdapat pada ekstrak metanol *Sargassum* sp. antara lain flavonoid, saponin, fenol dan steroid (Putri 2014). Pembuatan bubur rumput laut menggunakan pelarut air demineralisasi.

Metanol dan air demineralisasi merupakan pelarut polar akan tetapi air demineralisasi lebih polar dibandingkan dengan metanol. Tingkat kepolaran pelarut mempengaruhi jenis senyawa polifenol yang terekstraksi. Pemilihan air demineralisasi pada pembuatan bubur rumput laut dianggap lebih aman dan tidak meninggalkan residu bahan kimia yang berbahaya.

Gazali *et al.* (2014) melaporkan senyawa flavonoid dan tanin yang terdapat dalam ekstrak metanol kulit buah nyirih (*Xylocarpus granatum*) merupakan senyawa yang memiliki aktivitas inhibitor tirosinase. Flavonoid dan tanin termasuk ke dalam kelompok senyawa polifenol. Senyawa polifenol adalah senyawa yang bersifat polar yang memiliki cincin aromatik dengan jumlah gugus hidroksil (OH<sup>-</sup>) lebih dari satu. Chang (2009) menambahkan flavonoid, salah satu dari polifenol, memiliki peran besar dalam aktivitas tirosinase karena mengandung gugus fenol dan cincin piren. Struktur dari flavonoid secara prinsip sesuai sebagai substrat dan mampu berkompetisi sehingga dapat menjadi penghambat tirosinase. Juwita *et al.* (2011) menyatakan ekstrak kulit batang nangka adalah penghambat kompetitif dengan mekanisme penghambatan terjadi karena senyawa aktif memiliki struktur yang mirip dengan L-DOPA sebagai substrat dan akan berkompetisi untuk berikatan pada sisi aktif tirosinase (atom Cu) yang menyebabkan tidak terjadinya reaksi oksidasi sehingga berkurang pembentukan dopakuinon dan dopakrom.

Alkaloid terdapat pada daun (tempat

Tabel 2 Kandungan fitokimia *E. cottonii* dan *S. plagyophyllum*

Uji Fitokimia	<i>E. cottonii</i>	<i>S. plagyophyllum</i>	Hasil uji positif
Alkaloid	+	+	Endapan putih kekuningan (Meyer), endapan cokelat (Wagner), endapan merah (Dragendorff)
Steroid	-	+	Berwarna merah-biru/hijau
Terpenoid	+	-	Berwarna merah kecokelatan
Flavonoid	-	+	Berwarna kuning
Saponin	-	+	Terbentuk busa
Fenol hidrokuinon	-	-	Berwarna hijau/hijau biru
Tanin	-	+	Berwarna merah/biru tua/hijau kehitaman

fotosintesa), kuncup muda, akar pada tumubuhan, serta alkaloid larut dalam air jika berupa garam alkaloid (HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), dan akan larut dalam pelarut organik jika dalam bentuk basa (Sirait 2007). Terpenoid adalah senyawa aktif yang terbentuk dari dua isopren aktif (isopentenil pirofosfat atau IPP dan dimetilalil pirofosfat atau DMAPP). Dua isopren ini berasal dari asam mevalonat. Terpenoid dijumpai dalam bentuk glikosida, glikosil ester, dan iridoid. Steroid adalah senyawa aktif yang terdiri dari 17 atom karbon dengan membentuk struktur dasar 1,2-sikloptenoperhidrofenantren. Saponin adalah senyawa yang menimbulkan busa jika dikocok dalam air (Kristanti *et al.* 2008). Mekanisme saponin dari sampel *Xanthoceras sorbifolia* sebagai inhibitor tirosinase adalah meningkatkan nilai Km akan tetapi menurunkan nilai laju oksidasi yang diindikasikan dari rendahnya nilai Vmax dengan laju penghambatan 52% pada konsentrasi 0,96 mg/mL (Zhang dan Zhou 2013).

### Kadar vitamin C

Rumput laut memiliki senyawa fitonutrien yang terdiri dari senyawa polifenol dan non polifenol. Kelompok non polifenol di antaranya adalah vitamin. Handayani *et al.* (2004) menyatakan vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air. Kandungan vitamin C yang terdapat pada *E. cottonii* 15,95 mg/kg (berat kering) dan *S. plagyophyllum* 212,95 mg/kg (berat kering). Kadar vitamin C ini masih tergolong rendah bila dibandingkan dengan kadar vitamin C rumput laut secara umum. Menurut Burtin (2003), kadar vitamin C untuk rumput laut cokelat mencapai 500-300 mg/kg dan 100-800 mg/kg untuk rumput laut merah. *S. plagyophyllum* dikeringanginkan sedangkan *E. cottonii* dikeringkan di bawah sinar matahari. Hal ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain, spesies, umur panen, penyimpanan, kontak dengan lingkungan saat pengeringan sampel, dan pengolahan. Sejati (2012) melaporkan bahwa vitamin C yang terdapat dalam sampel rentan terhadap udara, cahaya, panas, dan sudah

rusak selama penyimpanan sehingga vitamin C yang tersisa jauh lebih kecil jumlahnya dibandingkan dengan sebelum penanganan atau penyimpanan (Kumalaningsih 2006). Daya tahan vitamin yang terdapat dalam bahan pangan yang dikeringkan dengan alat pengering (oven) lebih baik dibandingkan dengan di bawah sinar matahari karena dapat dengan cepat melepaskan kandungan air dalam bahan baku.

### Kadar vitamin E

Vitamin C dan E tergolong antioksidan sekunder. Kedua jenis vitamin ini dapat menangkap radikal bebas, mencegah terjadinya reaksi berantai sehingga tidak terjadi kerusakan yang lebih besar, serta menghambat reaksi oksidasi dengan mengikat oksigen. Kandungan vitamin E yang terdapat pada *E. cottonii* 0,23 mg/kg (berat kering) dan *S. plagyophyllum* 363,86 mg/kg (berat kering). Nurjanah *et al.* (2015) melaporkan kandungan vitamin E yang terdapat pada *E. cottonii* segar 160,01 mg/kg dan *Sargassum* sp. segar 165,19 mg/kg. Matanjun *et al.* (2009) melaporkan kandungan vitamin E pada simplisia kering dari rumput laut *E. cottonii* dan *S. polycystum* masing-masing sebesar 58,5 mg/kg dan 112,9 mg/kg. Kadar vitamin E yang terdapat pada *E. cottonii* sangat sedikit, diduga disebabkan oleh proses pengeringan di bawah sinar matahari kembali. Jumlah vitamin E pada rumput laut cokelat lebih tinggi bila dibandingkan dengan rumput laut merah. Suparmi dan Sahri (2009) menjelaskan bahwa rumput laut cokelat mengandung  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$ -tokoferol, sedangkan pada rumput laut merah hanya mengandung  $\alpha$ -tokoferol, sehingga jumlah vitamin E pada alga cokelat lebih besar dibandingkan dengan alga merah. Syamsudin (2013) mendefinisikan vitamin E adalah vitamin yang memiliki cincin kromanol dan rantai karbon C-12 alifatis yang mengandung dua kelompok senyawa metil di pertengahan dan di ujung. Mekanisme aksi tokoferol sebagai antioksidan adalah melibatkan transfer hidrogen pada kelompok 6-OH pada cincin kromanol, penangkapan radikal bebas, dan regenerasi dengan ketersediaan asam askorbat.

### Aktivitas antioksidan *S. plagyophyllum* dan *E. cottonii*

Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode penangkapan radikal bebas dengan vitamin C (L-asam askorbat) sebagai pembanding. Larutan DPPH berwarna ungu tua dalam pelarut metanol karena adanya delokalisasi elektron pada bagian molekul DPPH (Amin 2015). Kristanti *et al.* (2008) menyatakan bahwa karena sifat DPPH adalah stabil maka terjadi delokalisasi elektron yang dapat meningkatkan warna ungu dan absorpsi pada panjang gelombang 517 nm. Perubahan warna yang terjadi dikarenakan adanya reaksi antara molekul 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH\*) dengan atom H yang dilepaskan oleh molekul komponen sampel uji (senyawa antioksidan) sehingga terbentuk senyawa 1,1-difenil-2-pikrilhidrazilin (DPPH) berwarna kuning (Biranti *et al.* 2009).

Nilai aktivitas antioksidan yang dinyatakan dalam  $IC_{50}$  yang terdapat dalam sediaan bubuk *S. plagyophyllum* dan *E. cottonii* masing-masing sebesar 109 ppm dan 130,62 ppm dibandingkan dengan nilai  $IC_{50}$  dari vitamin C (L-asam askorbat) sebesar 6,56 ppm. Luthfiyana *et al.* (2016) melaporkan nilai  $IC_{50}$  dari bubuk *Sargassum* sp. adalah 119,66 ppm dan 127,23 ppm untuk bubuk *E. cottonii*, nilai  $IC_{50}$  vitamin C sebesar 6,29 ppm. Aktivitas antioksidan dari sediaan bubuk tergolong sedang (100-150  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) dan vitamin C tergolong sangat kuat (<50  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ). Molyneux (2004) menyatakan bahwa senyawa yang disebut aktif sebagai antioksidan apabila nilai  $IC_{50}$  kurang dari 200  $\mu\text{g}/\text{mL}$ . Bila nilai  $IC_{50}$  yang diperoleh berkisar antara 200-1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , maka zat tersebut kurang aktif namun masih berpotensi sebagai zat antioksidan. Vitamin C memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh vitamin C yang digunakan dalam bentuk murni dan dalam bentuk isomer L. Isomer L memiliki aktivitas yang lebih besar dibandingkan dengan isomer D. Winarsi (2007) menyatakan vitamin C dalam keadaan murni berbentuk kristal putih dengan berat molekul 176,13 dengan rumus molekul  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$ . Isomer D memiliki aktivitas hanya 10% dari isomer L.

### KESIMPULAN

Rumput laut *S. plagyophyllum* yang dilakukan pengeringan dengan sistem kering angin selama 5-6 hari memiliki rasio penyusutan 1:6 (dari kondisi segar) dengan nilai kadar air 16,71%. Kadar air *E. cottonii* diperoleh sebesar 19,79% setelah dikeringkan di bawah sinar matahari. Rumput laut cokelat *S. plagyophyllum* tidak mengandung logam berat yang berbahaya. Kadar vitamin C pada kedua jenis rumput laut adalah 212,95 mg/kg untuk *S. plagyophyllum* dan 15,95 mg/kg untuk *E. cottonii*. Kadar vitamin E *S. plagyophyllum* adalah 363,86 mg/kg dan 0,23 mg/kg untuk *E. cottonii*. Nilai  $IC_{50}$  *S. plagyophyllum* sebesar 109 ppm dan 130,62 ppm untuk *E. cottonii*. Total mikroba *S. plagyophyllum* sebesar  $2,3 \times 10^2$  koloni/g dan *E. cottonii* sebesar  $2,2 \times 10^3$  koloni/g. Bubur *S. plagyophyllum* mengandung senyawa bioaktif antara lain alkaloid, steroid, flavonoid, saponin dan tanin. Bubur *E. cottonii* memiliki senyawa bioaktif alkaloid dan terpenoid. Kandungan fitokimia dari sediaan bubuk mengindikasikan bahwa *S. plagyophyllum* dan *E. cottonii* berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan pencerah kulit.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Kementerian Riset dan Teknologi DIKTI melalui BOPTN DIKTI dengan skim PUPT (Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi) Nomor: 79/SP2H/LT/DRPN/II/2016.

### DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC]. Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Methods of Analysis (18 Edn). Association of Official Analytical Chemist Inc. Maryland. US.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2016. Waspada Kosmetika Mengandung Bahan Berbahaya“Pilih Kosmetika Aman untuk Tampil Cantik”.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1992. Penentuan Total Mikroba. SNI 19-2897-1992. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. Batas Maksimum Cemar Mikroba

- dalam Pangan. SNI 7388:2009. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2011. Cara Uji Kimia-Bagian 5: Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan. SNI 2354.5:2011. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2015. Rumput Laut Kering. SNI 2690-2015. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2016. Cara Uji Kimia-Bagian 6: Penentuan Kadar Logam Berat Merkuri (Hg) pada Produk Perikanan. SNI 2354.6:2016. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. Baku Mutu Air Laut. Kep.Men LH Nomor. 51 Tahun 2004. Jakarta (ID): Kementerian Lingkungan Hidup.
- Alamsyah R, Lestari N, Hasrini RF. 2013. Kajian mutu bahan baku rumput laut (*Eucheuma* sp.) dan teknologi pangan olahannya. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 24(1): 57-67.
- Amin S. 2015. Uji aktivitas antioksidan dan telaah fitokimia *Sargassum crassifolium* J. G. Agardh. rumput laut alam asal Pantai Batu Karas Kecamatan Cijulang Kabupaten Ciamis. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 14(1): 1-7.
- Anggriyamurti R. 2014. Anatomi dan profil metabolit sekunder daun kecubung (*Datura metel* L.) setelah mendapat perlakuan logam berat tembaga. [Skripsi]. Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada.
- Biranti F, Nursid M, Cahyono B. 2009. Analisis kuantitatif B-karoten dan uji aktivitas karotenoid dalam alga cokelat *Turbinaria decurrens*. *Jurnal Sains dan Matematika*. 17(2): 98-104.
- Burtin P. 2003. Nutritional value of seaweeds. *Electron. Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 2(4): 498-503.
- Chang T. 2009. An updated review of tyrosinase inhibitor. *International Journal of Molecular Science*. 10: 2440-2475.
- Diachanty S, Nurjanah, Abdullah A. 2017. Aktivitas antioksidan berbagai jenis rumput laut cokelat dari Perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 305-318.
- Erasiska, Bali S, Hanifah TA. 2015. Analisis kandungan logam timbal, kadmium dan merkuri dalam produk krim pemutih wajah. *Jurnal Online Mahasiswa FMIPA* 2(1): 123-129.
- Firdaus M. 2011. Phlorotanin: Struktur, Isolasi dan Bioaktivitas. Malang (ID): UB Press, 20-36.
- Gazali M, Zamani NP, Batubara I. 2014. Potensi limbah kulit buah nyirih *Xylocarpus granatum* sebagai inhibitor tirosinase. *Depik*. 3(3): 187-194.
- Handayani T, Sutarno, Setyawan AD. 2004. Analisis komposisi nutrisi rumput laut *Sargassum crassifolium* J. Agardh. *Biofarmasi*. 2(2): 45-52.
- Harborne JB. 1984. *Phytochemical Methods*. Ed ke-2. New York (US): Chapman and Hall.
- Hidayah RY, Winarni, Susatyo EB. 2015. Pengaruh penggunaan lengkuas terhadap sifat organoleptik dan daya simpan ikan nila segar. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 4(3): 1-5.
- Hutagalung HP. 1991. Pencemaran Laut oleh Logam Berat. Dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. Jakarta (ID): P30-LIPI.
- Juwita NK, Djajadisastra J, Azizahwati. 2011. Uji penghambatan tirosinase dan stabilitas fisik sediaan krim pemutih yang mengandung ekstrak kulit batang nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 8(2): 57-124.
- Khalili MAR, Norhayati AH, Rokiah MY, Asmah R, Muskinah SM, Manaf AA. 2010. Determination of radical scavenging activity and Vitamin A, C and E in organically grown Red Pitaya (*Hylocereus* sp.). *International Food Research Journal*. 17: 405-409.
- Kristanti AN, Aminah NS, Tanjung M, Kurniadi B. 2008. Buku Ajar Fitokimia. Surabaya (ID): Airlangga University Pr., 3-161.

- Kumalaningsih S. 2006. Antioksidan Alami: Penangkap Radikal Bebas Sumber, Manfaat, Cara Penyediaan dan Pengolahan. Surabaya (ID): Trubus Agrisarana, 16-40.
- Laurienzo P. 2010. Review marine polysaccharides in pharmaceutical applications: an overview. *Marine Drugs*. 8: 2435-2465.
- Likhitwitayawuid. K. 2008. Stilbenes with tyrosinase inhibitor activity. *Current Science*. 94: 44-52.
- Luthfiyana N, Nurjanah, Nurilmala M, Anwar E, Hidayat T. 2016. Rasio bubuk rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum* sp. sebagai formula krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3): 183-195.
- 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.
- Masduqi AF, Izzati M, Prihastanti E. 2014. Efek metode pengeringan terhadap kandungan bahan kimia dalam rumput laut *Sargassum polycystum*. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 22(1): 1-9.
- Matanjun P, Mohamed S, Mustapha NM, Muhammad K. 2009. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *Journal of Applied Phycology*. 21:75-80.
- Merdekawati W, Susanto AB. 2009. Kandungan dan komposisi pigmen rumput laut serta potensinya untuk kesehatan. *Squalen*. 4(2): 1-7.
- Miyazawa M. 2007. Inhibitory compound of tyrosinase activity from the sprout of *Polygonium hydropiper* L. (Benitade). *Biology Pharmaceutical Bulletin*. 30: 595-597.
- Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *J. Sci. Technol*. 26(2): 211-219.
- Nurjanah, Hartanti, Nitibaskara RR. 1999. Analisa kandungan logam berat Hg, Cd, Pb, As, dan Cu dalam tubuh kerang konsumsi. *Bulletin THP*. 1(17): 5-8.
- Nurjanah, Nurilmala M, Anwar E, Luthfiyana N, Hidayat T. 2015. Identification of bioactive compounds seaweed *Sargassum* sp. And *Eucheuma cottonii* as a raw sunscreen cream. *Pakistan Journal of Nutrition*. Inpress.
- Pratama DM, Yuliawati KM, Kodir RA. 2015. Identifikasi senyawa antioksidan dalam rumput laut *Sargassum duplicatum* J. G. Agardh. dari pantai ujung genteng. *Prosiding Penelitian SPeSIA Unisba*. ISSN 2460-6472.
- Prihantono J, Troa RA, Dillenia I, Dewi LC, Triarso E. 2014. Sumberdaya Laut dan Pesisir – Tahun 2013: Kajian Dampak Penambangan Pasir Laut Pantai Utara Banten untuk Reklamasi Teluk Jakarta terhadap Sumberdaya Laut dan Pesisir. [Internet]. [Diunduh 27 Februari 2017]. Tersedia pada: <http://p3sdlp.litbang.kkp.go.id/index.php/litbang/sumberdaya-pesisir/2014/600-kajian-dampak-penambangan-pasir-laut-pantai-utara-banten-untuk-reklamasi-teluk-jakarta-terhadap-sumberdaya-laut-dan-pesisir>. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir.
- Putri AM. 2012. Pengaruh kadar air terhadap tekstur dan warna keripik Pisang Kepok (*Musa parasidiaca* formatypica). [Skripsi]. Makassar (ID): Program Studi Keteknikan Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin.
- Putri AM. 2014. Ekstraksi rumput laut cokelat *Sargassum* sp. (CP 01) dan pengujian ekstrak sebagai inhibitor tirosinase. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rienoviar, Nashrianto H. 2010. Penggunaan asam askorbat (vitamin C) untuk meningkatkan daya simpan sirup rosela (*Hibiscus sabdariffa* Linn.). *Jurnal Hasil Penelitian Industri*. 3(1): 8-18.
- Rohman A, Sumantri. 2013. Analisis Makanan. Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada Pr., 138-182.
- Salazar-Alanda R, Perez-Lopes L, Joel L, Noemi W. 2009. Antimicrobial and antioxidant activities of plants from Northeast of Mexico. *Sucursal Tecnol'ogico*. 1: 1-6.

- Saputra R. 2012. Pengaruh konsentrasi alkali dan rasio rumput laut-alkali terhadap viskositas dan kekuatan gel semi refined carrageenan (SRC) dari rumput laut *Eucheuma cottonii*. [Skripsi]. Makasar (ID): Universitas Hasanuddin.
- Sarikaya BB, Kalayar H. 2011. Quantitative determination of D-tocopherol and quality control studies in *Sarcopoterium spinosum* L. *Marmara Pharmaceutical Journal*. 15: 7-10.
- Sejati TKA. 2012. Perubahan komposisi kimia, vitamin C, dan mineral pada pengukusan genjer (*Limncharis flava*). [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Seon-Heui C, Seok-Chun K, Daekyung K, You-Jin J. 2011. Screening of marine algae for potential tyrosinase inhibitor: Those inhibitors reduced tyrosinase activity and melanin synthesis in zebrafish. *Journal of Dermatology*. 38: 354-363.
- Sirait M. 2007. Penuntun Fitokimia dalam Farmasi. Bandung (ID): ITB, 55-130.
- Suparmi, Sahri A. 2009. Mengenal potensi rumput laut : kajian pemanfaatan sumber daya rumput laut dari aspek industri dan kesehatan. *Sultan Agung XLIV*. 118: 95-116.
- Svobodová A, Psotová J, Wal-terová D. Natural phenolic in the pre-vention of UV-induced skin damage, a review. *Journal Biomed. Papers*. 147: 137-145.
- Syamsudin. 2013. Nutrasetikal. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.
- Vera. 2011. Analisis logam timbal (Pb), timah (Sn), dan cadmium dalam buah lengkeng kemasan kaleng secara spektrofometri serapan atom. [Skripsi]. Depok (ID): Universitas Indonesia.
- Winarsi H. 2007. Antioksidan Alami & Radikal Bebas: Potensi dan Aplikasinya dalam Kesehatan. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Yanuarti R, Nurjanah, Anwar E, Hidayat T. 2017. Profil fenolik dan aktivitas antioksidan dari ekstrak rumput laut *Turbinaria conoides* dan *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 230-237.
- Yunizal. 2004. Teknologi Pengolahan Alginat. Jakarta (ID): Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.
- Zhang H, Zhou Q. 2013. Tyrosinase inhibitory effects and antioxidative activities of saponins from *Xanthoceras Sorbifolia* Nutshell. *PLoS ONE*. 8(8): e70090.