

KANDUNGAN SENYAWA BIOAKTIF RUMPUT LAUT *Padina australis* DAN *Eucheuma cottonii* SEBAGAI BAHAN BAKU KRIM TABIR SURYA

Bioactive Compounds of Seaweed Padina australis and Eucheuma cottonii as Sunscreen Raw Materials

Fevita Maharany^{1*}, Nurjanah¹, Ruddy Suwandi^{1,2}, Effionora Anwar³, Taufik Hidayat⁴

¹Departemen 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

²PKSPL LPPM IPB, Kampus IPB Baranangsiang Jalan Raya Padajajaran No. 1 Bogor 16127 Jawa Barat

³Departemen Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Indonesia, Kampus Depok Jawa Barat

⁴Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jalan Raya Pakupatan KM 4
Serang, Banten

*Korespodensi: maharanyfevita@gmail.com

Diterima: 13 Februari 2017/ Disetujui: 18 April 2017

Cara sitasi: Maharany F, Nurjanah, Suwandi R, Anwar E, Hidayat T. 2017. Kandungan senyawa bioaktif rumput laut *Padina australis* dan *Euchema cottonii* sebagai bahan baku krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 10-17.

Abstrak

Rumput laut merupakan salah satu komoditas unggulan yang tersebar hampir di seluruh perairan Indonesia. Rumput laut mengandung senyawa bioaktif yang dapat berfungsi sebagai pertahanan dari radiasi sinar ultra violet. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi kimia, senyawa fitokimia, vitamin E, dan aktivitas antioksidan ekstrak *Padina australis* dan *Eucheuma cottonii*. Komposisi kimia *P. australis* kadar air 87,25%; abu 2,34%; protein 1,05%; lemak 0,58%; dan karbohidrat 8,78%, sedangkan komposisi kimia *E. cottonii* kadar air 76,15%; abu 5,62%; protein 2,32%; lemak 0,11%; dan karbohidrat 15,8%. Rendemen ekstrak *P. australis* menggunakan pelarut metanol 4,55%; etil asetat 0,8% dan n-heksan 0,45%, sedangkan rendemen *E. cottonii* pelarut metanol 6,6%; etil asetat 0,5% dan n-heksan 0,35%. Vitamin E *P. australis* 162,75 µg/mL dan *E. cottonii* 158,07 µg/mL. IC₅₀ *P. australis* 87,082 ppm dan *E. cottonii* 106,021 ppm. Senyawa fitokimia yang terkandung *P. australis* dan *E. cottonii* yaitu flavonoid, fenol hidrokuinon, dan triterpenoid, *P. australis* juga mengandung tanin dan saponin.

Kata kunci: antioksidan, fitokimia, florotanin, vitamin

Abstract

Seaweed is one of the main commodity which spread throughout Indonesian waters. Seaweed contains bioactive compounds which can serve as a defense form ultraviolet radiation. The purpose of this study was to obtain chemical composition, phytochemical compounds, vitamin E, and antioxidant activity of extract *P. australis* and *E. cottonii*. Chemical composition of *P. australis* moisture 87.25%; ash 2.34%; protein 1.05%; fat 0.58%; and carbohydrates 8.78% while *E. cottonii* moisture 76.15%; ash 5.62%; protein 2.32%; fat 0.11%; and carbohydrates 15.8%. The yield of *P. australis* extracts using methanol 4.55%; ethyl acetate 0.8%; and n-hexane 0.45%, yield of *E. cottonii* extracts using methanol 6.6%; ethyl acetate 0.5%; and and n-hexane 0.35%. Vitamin E value of *P. australis* 162.75 µg/mL and *E. cottonii* 158.07 µg/mL. IC₅₀ value of *P. australis* 87.082 ppm and *E. cottonii* 106.021 ppm. *P. australis* and *E. cottonii* contain phytochemical compound such as flavonoids, phenol hydroquinone, and triterpenoids, *P. australis* was also known contain tannins and saponins.

Keywords: antioxidant, phytochemical, phlorotannin, vitamin

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki perairan dengan biodiversitas yang tinggi, sehingga kaya akan berbagai jenis hasil laut. Rumput laut merupakan salah satu komoditas unggulan yang tersebar hampir di seluruh perairan Indonesia sebagai komoditi ekspor yang potensial untuk dikembangkan. Total produksi rumput laut nasional saat ini telah mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Produksi rumput laut nasional pada tahun 2014 mencapai 10,2 juta ton atau meningkat lebih dari tiga kali lipat. Produksi rumput laut pada tahun 2010 hanya berkisar diangka 3,9 juta ton (KKP 2014). Rumput laut dapat diklasifikasikan kedalam empat kelas, yaitu: Rhodophyceae (merah), Phaeophyceae (coklat), Cyanophyceae (hijau-biru) dan Chlorophyceae (hijau) (Agnatovic-Kustrin & Morton 2013; Thomas & Kim 2013). Rumput laut yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut coklat dan rumput laut merah.

Rumput laut coklat mengandung senyawa fenolik berupa florotanin yang berfungsi sebagai pertahanan dari radiasi sinar ultra violet (UV). Florotanin dapat menangkap radikal bebas yang disebabkan oleh radiasi sinar UV (Henry & Alystyne 2004; Chojnacka *et al.* 2012). Rumput laut coklat juga diketahui mengandung senyawa flavonoid. Flavonoid merupakan golongan terbesar senyawa fenolik yang memiliki gugus kromofor. Gugus kromofor tersebut menyebabkan kemampuan untuk menyerap gelombang sinar UV (Svobodová *et al.* 2003; Prasiddha *et al.* 2016). Jenis rumput laut coklat yang potensial untuk dimanfaatkan salah satunya adalah *Padina australis*.

Kappaphycus alvarezii adalah nama lain dari *E. cottonii*, namun *E. cottonii* lebih dikenal dalam dunia perdagangan nasional maupun internasional. Produksi rumput laut di seluruh Indonesia berasal dari budidaya, antara lain dikembangkan di Jawa, Bali, NTB, Sulawesi dan Maluku (Nur 2009). Rumput laut *E. cottonii* mengandung protein, lipid, karbohidrat, α tokoferol, mineral, vitamin C, dan vitamin E (Wandansari *et al.* 2013; Pringgenies *et al.* 2013), dapat mensintesis senyawa mycosporine (MAAs) yang berperan

dalam absorpsi sinar UV (Carreto & Carignan 2011; Rosic & Dove 2011; Navarro 2015). Rumput laut digunakan dalam pembuatan kosmetik dalam bentuk karagenan, yaitu pada produk sabun (Hidayat 2006), losion (Erungan *et al.* 2009; Razi 2009; Purwaningsih *et al.* 2015), dan gel topikal (Wulandari 2012) serta dalam bentuk bubur rumput laut untuk krim tabir surya (Luthfiyana *et al.* 2016). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi kimia, senyawa fitokimia, vitamin E, dan aktivitas antioksidan ekstrak *P. australis* dan *E. cottonii*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah rumput laut coklat *P. australis* dan rumput laut merah *E. cottonii*. Bahan-bahan yang digunakan untuk ekstraksi adalah metanol, etil asetat, dan n-heksan (Merck-KgA). Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis terdiri dari kloroform, anhidrat asetat, H_2SO_4 , $FeCl_3$, magnesium, alkohol, HCl, etanol, DPPH, vitamin C (Merck-KgA). Alat yang digunakan antara lain spektrofotometer UV-Vis-1601 (Shimidzu), oven (Mettler), timbangan digital (Tanita KD-160), timbangan analitik 210-LC (Adam), desikator (Duran), soxhlet (Iwaki), mikropipet (Eppendorf) dan alat-alat gelas (Pyrex).

Prosedur Penelitian

Pengambilan dan preparasi sampel

Rumput laut *P. australis* diambil dari perairan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu. Pengambilan sampel langsung dari dasar laut. *P. australis* dibersihkan dan dicuci dengan air laut, kemudian dibilas dengan air tawar untuk menghilangkan pasir dan kotoran lainnya. *P. australis* yang telah dicuci kemudian dikeringkan dan disimpan dalam kotak styrofoam untuk ditransportasikan ke laboratorium. Rumput laut *E. cottonii* diperoleh dari hasil budidaya masyarakat di perairan Serang, Banten. Sampel *E. cottonii* diperoleh sudah dalam keadaan kering, kemudian dicuci untuk menghilangkan kotoran yang masih tersisa, kemudian ditransportasikan ke laboratorium menggunakan *cool box*. Sampel yang akan digunakan dikering anginkan

dan dipotong untuk mempermudah proses ekstraksi.

Penelitian ini diawali dengan menganalisis komposisi kimia rumput laut *P. australis* dan *E. cottonii*. Rumput laut *P. australis* dan *E. cottonii* diekstrak secara bertingkat dengan menggunakan 3 jenis pelarut. Ekstrak *P. australis* dan *E. cottonii* selanjutnya dianalisis senyawa bioaktif, vitamin E dan aktivitas antioksidan.

Komposisi kimia

Komposisi kimia rumput laut *P. australis* dan *E. cottonii* diketahui dengan analisis proksimat berdasarkan AOAC (2005). Analisis proksimat yang dilakukan meliputi uji kadar air dan kadar abu dengan metode oven, uji kadar protein menggunakan metode kjeldahl, uji kadar lemak menggunakan metode soxhlet, dan uji karbohidrat secara *by difference*.

Ekstraksi rumput laut

Ekstraksi rumput laut *P. australis* dan *E. cottonii* dilakukan secara bertingkat berdasarkan Chan *et al.* (2011) dengan modifikasi. Ekstraksi dilakukan secara bertingkat dengan menggunakan 3 jenis pelarut organik. Pelarut organik yang digunakan adalah metanol, etil asetat dan n-heksan. Sampel *P. australis* dan *E. cottonii* sebanyak 100 gram segar dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan dengan 500 mL pelarut n-heksan (1:5 b/v). Sampel dimaserasi dalam keadaan gelap selama 3 hari. Hasil maserasi difiltrasi dengan kertas Whatmann No. 42 untuk memisahkan filtrat dan residu. Residu yang telah terpisah kemudian dimaserasi kembali dengan pelarut etil asetat dalam keadaan gelap selama 3 hari. Hasil maserasi difiltrasi dan residu yang terpisah dimaserasi kembali dengan pelarut metanol selama 3 hari. Filtrat yang telah terpisah selanjutnya dievaporasi pada suhu 40°C dengan *rotary evaporator*. Rendemen dihitung sebagai persentasi dari ekstrak yang dihasilkan melalui proses ekstraksi.

Senyawa Bioaktif Ekstrak Rumput Laut

Analisis fitokimia dilakukan mengacu pada Harborne (1987). Analisis fitokimia

dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa bioaktif pada ekstrak *P. australis* dan *E. cottonii*. Analisis fitokimia yang dilakukan terdiri dari analisis flavonoid, fenol hidrokuinon, steroid/triterpenoid, tanin, dan saponin.

Penentuan kadar vitamin E

Penentuan kadar vitamin E mengacu pada metode Sarikaya & Kalayar (2011) dengan menggunakan perbandingan antara *retention time* (RT) vitamin E pada sampel dan standar. Penentuan kadar vitamin E menggunakan alat HPLC. Fase gerak yang digunakan berupa metanol:air (95:5% v/v) pada suhu 30°C. Sampel sebanyak 20 µL dimasukkan ke dalam vial dengan laju aliran eluen 1,5 mL/menit. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 291 nm.

Aktivitas antioksidan rumput laut

Analisis aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) mengacu pada Salazar-Aranda *et al.* (2009). Absorbansi sampel diukur dengan spektrofotometer UV-Visible pada panjang gelombang 517 nm. Penghambatan aktivitas radikal bebas diperoleh dari nilai absorbansi sampel. Persamaan regresi diperoleh dari hubungan antara konsentrasi sampel dan presentase penghambatan aktivitas radikal bebas. Nilai konsentrasi penghambatan aktivitas radikal bebas sebanyak 50% (IC₅₀) dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linier.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi kimia *P. australis* dan *E. cottonii*

Analisis proksimat bertujuan untuk menentukan komposisi kimia pada rumput laut *P. australis* dan *E. cottonii*. Kadar karbohidrat rumput laut *P. australis* dan *E. cottonii* diperoleh melalui perhitungan *by difference*. Komposisi kimia rumput laut *P. australis* dan *E. cottonii* dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil analisis pada Tabel 1 menunjukkan kadar air *P. australis* yang diperoleh 87,25%. Hasil yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Santoso *et al.* (2013), yaitu 90,56%. Kadar air *E. cottonii* yang diperoleh sebesar

Tabel 1 Komposisi kimia rumput laut *P. australis* dan *E. cottonii*

Komposisi Kimia	<i>P. australis</i> (%)	<i>E. cottonii</i> (%)
Air	87,25±0,86	76,15±0,23
Abu	2,34±0,16	5,62±0,12
Protein	1,05±0,09	2,32±0,05
Lemak	0,58±0,01	0,11±0,02
Karbohidrat (<i>by difference</i>)	8,78±0,80	15,8±0,70

76,15%, sedangkan pada penelitian Liem (2013) sebesar 89,33–90,05%. Abbas (2006) menyatakan perbedaan kadar air dalam suatu bahan ditentukan oleh kondisi lingkungan penyimpanan, suhu dan kelembaban (RH).

Kadar abu *P. australis* yang diperoleh lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Santoso *et al.* (2013), yaitu 2,11%. Kadar abu *E. cottonii* yang diperoleh 5,62%, lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Liem (2013) yaitu 17,69–19,70%. Perbedaan kadar abu yang diperoleh diantaranya dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terdapat pada sampel tersebut. Ratana-arporn & Chirapart (2006) menyatakan tinggi rendahnya kadar abu yang terkandung dalam suatu bahan dapat dihubungkan dengan unsur mineral. Santoso *et al.* (2006) menyatakan bahwa *P. australis* mengandung mineral yang terdiri dari kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na), tembaga (Cu), seng (Zn), dan besi (Fe).

Kadar protein dan kadar lemak *P. australis* yang diperoleh lebih tinggi jika dibandingkan dengan Santoso *et al.* (2013) yaitu 1,02% dan 0,40%. Kadar protein *E. cottonii* lebih rendah dibandingkan dengan Daud (2013) yaitu 2,46–3,29%, sedangkan kadar lemak *E. cottonii* yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan Liem (2013) 0,53 – 1,35%. Kadar protein dan lemak yang berbeda di antaranya dapat disebabkan oleh perbedaan umur panen dan kondisi cuaca pada saat pemeliharaan. Kadar protein dan lemak *K. alvarezii* bervariasi berdasarkan masa tanam yang berbeda (Daud 2013).

Rendemen ekstrak *P. australis* dan *E. cottonii*

Rendemen *P. australis* menggunakan pelarut metanol 4,55%; etil asetat 0,8%; dan n-heksan 0,45%, sedangkan rendemen

E. cottonii menggunakan pelarut metanol 6,6%; etil asetat 0,5%; dan n-heksan 0,35%. Rendemen terbanyak diperoleh dari proses ekstraksi dengan menggunakan metanol, baik pada *P. australis* maupun *E. cottonii*, dan mengandung senyawa bioaktif yang larut dalam pelarut polar. Podungge (2012) menyatakan proses ekstraksi *P. australis* dengan pelarut berbeda yang dilakukan menghasilkan rendemen terbanyak pada ekstrak dengan pelarut polar.

Tatiya *et al.* (2011) menyatakan ekstrak tumbuhan mengandung kelas senyawa fenolik yang berbeda, serta memiliki perbedaan tingkat kelarutan pada pelarut yang berbeda. Senyawa fenolik tumbuhan umumnya berhubungan dengan molekul lain seperti protein, polisakarida, terpen, klorofil dan bahan inorganik lainnya, sehingga diperlukan pelarut yang sesuai untuk ekstraksi senyawa fenolik dari molekul tersebut.

Kandungan senyawa bioaktif *P. australis* dan *E. cottonii*

Analisis fitokimia merupakan pengujian yang digunakan untuk memberikan informasi jenis senyawa kimia yang terkandung dalam tumbuhan serta dapat memberikan efek fisiologis. Informasi mengenai komponen aktif sangat berguna untuk memprediksi manfaatnya bagi tubuh manusia (Copriyadi *et al.* 2005). Analisis fitokimia dilakukan untuk menentukan senyawa bioaktif yang berperan sebagai senyawa tabir surya. Analisis fitokimia yang dilakukan antara lain, flavonoid, fenol hidrokuinon, triterpenoid, tanin dan saponin. Hasil analisis senyawa fitokimia ekstrak *P. australis* dan *E. cottonii* terdapat pada Tabel 2.

Hasil analisis fitokimia secara kualitatif, maka dapat diketahui bahwa ekstrak *P. australis* dan *E. cottonii* mengandung

Tabel 2 Senyawa fitokimia ekstrak *P. australis* dan *E. cottonii*

Senyawa	<i>P. australis</i>	<i>E. cottonii</i>	Hasil uji positif
Flavonoid	+	+	Berwarna kuning/ kuning hijau
Fenol hidrokuinon	+	+	Berwarna hijau/ hijau biru
Triterpenoid	+	+	Berwarna merah
Tanin	+	-	Berwarna merah tua
Saponin	+	-	Terbentuk busa

Keterangan: (+) = Ada; (-) = Tidak ada

komponen aktif antara lain flavonoid, fenol hidrokuinon dan triterpenoid yang diduga berperan sebagai zat potensial untuk bahan baku krim tabir surya. Ekstrak *P. australis* mengandung tanin yang juga merupakan zat potensial untuk bahan baku krim tabir surya. Ekstrak *P. australis* mengandung alkaloid, flavonoid, triterpenoid, saponin, fenol hidrokuinon, dan tanin (Haryani *et al.* 2014).

Flavonoid merupakan salah satu polifenol, memiliki peran besar dalam aktivitas tirosinase karena mengandung gugus fenol dan cincin pyren. Struktur dari flavonoid secara prinsip sesuai sebagai substrat dan mampu berkompetisi sehingga dapat menjadi penghambat tirosinase (Chang 2009). Tanin merupakan senyawa aktif metabolit sekunder yang bermanfaat sebagai astringen, antidiare, antibakteri dan juga antioksidan. Tanin juga diketahui dapat melindungi kerusakan terhadap radikal bebas yang disebabkan oleh sinar UV (Desmiaty *et al.* 2008; Svobodová 2003).

Kadar vitamin E ekstrak *P. australis* dan *E. cottonii*

Vitamin dibagi menjadi larut lemak dan larut air berdasarkan sifat kelarutannya. Vitamin E merupakan nutrisi esensial yang berfungsi sebagai antioksidan dalam tubuh manusia (Sesso *et al.* 2008). Vitamin E (α -tokoferol) telah banyak digunakan sebagai antioksidan dalam sediaan kosmetik karena mencegah proses penuaan, pemeliharaan dan perlindungan proses biologis normal seperti sebagai anti inflamasi. Vitamin E merupakan nutrisi esensial yang berfungsi sebagai antioksidan dalam tubuh manusia (Almatsier 2003).

Penetapan kadar vitamin E *P. australis* dan *E. cottonii* dilakukan menggunakan

sistem HPLC. Kadar vitamin E yang didapatkan dari sampel *P. australis* yaitu 162,75 $\mu\text{g/mL}$ dan pada *E. cottonii* 158,07 $\mu\text{g/mL}$. Kadar vitamin E *E. cottonii* yang diperoleh Nurjanah *et al.* (2015) 160,01 $\mu\text{g/mL}$. Soo-Jin *et al.* (2005) menyatakan rumput laut juga bisa digunakan sebagai sumber vitamin C yang sangat bermanfaat untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh dan juga berperan sebagai antioksidan dalam penangkapan radikal bebas dan regenerasi vitamin E.

Aktivitas antioksidan *P. australis* dan *E. cottonii*

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) yang akan bereaksi dengan senyawa radikal bebas. Reaksi yang terjadi ditunjukkan dengan perubahan warna dari ungu menjadi kuning. Chang *et al.* (2007) menyatakan DPPH (diphenylpicrylhydrazyl) adalah suatu radikal bebas yang dapat bereaksi dengan senyawa radikal lain membentuk senyawa yang lebih stabil. Reaksi tersebut ditandai dengan terjadinya perubahan warna ungu menjadi kuning yang terdeteksi pada panjang gelombang 517 nm.

Nilai aktivitas antioksidan (IC_{50}) ekstrak *P. australis* dan *E. cottonii* masing-masing sebesar 87,082 ppm dan 106,021 ppm. Aktivitas antioksidan *P. australis* yang diekstrak dengan pelarut berbeda, hasil tertinggi diperoleh pada ekstrak metanol, yaitu sebesar 267,1 ppm (Susanto *et al.* 2013). Aktivitas antioksidan *E. cottonii* yang diperoleh Suryaningrum *et al.* (2006) dengan pelarut metanol pada sampel segar dan sampel kering sebesar 45,60 ppm dan 64,80 ppm. Nilai aktivitas antioksidan yang dihasilkan dari ekstrak *P. australis* dan *E. cottonii*

dapat dinyatakan aktif sebagai antioksidan. Molyneux (2004) juga menyatakan bahwa senyawa yang disebut aktif sebagai antioksidan apabila nilai IC_{50} kurang dari 200 $\mu\text{g/mL}$. Nilai IC_{50} yang diperoleh berkisar antara 200-1000 $\mu\text{g/mL}$, maka zat tersebut kurang aktif tetapi masih berpotensi sebagai zat antioksidan.

KESIMPULAN

Rendemen ekstrak *P. australis* terbesar menggunakan pelarut metanol yaitu 4,55%, sedangkan rendemen *E. cottonii* terbesar menggunakan pelarut metanol yaitu 6,60%. Komposisi kimia *P. australis* kadar air 87,25%; abu 2,34%; protein 1,05%; lemak 0,58% dan karbohidrat 8,78%, sedangkan komposisi kimia *E. cottonii* kadar air 76,15%; abu 5,62%; protein 2,32%; lemak 0,11% dan karbohidrat 15,8%. Kadar vitamin E *P. australis* 162,75 $\mu\text{g/mL}$ dan *E. cottonii* 158,07 $\mu\text{g/mL}$. IC_{50} *P. australis* 87,082 ppm dan *E. cottonii* 106,021 ppm. *P. australis* dan *E. cottonii* mengandung senyawa fitokimia seperti flavonoid, fenol hidrokuinon, dan triterpenoid, serta *P. australis* juga diketahui mengandung tanin dan saponin. Kandungan senyawa fitokimia tersebut mengindikasikan bahwa *P. australis* dan *E. cottonii* potensial untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan tabir surya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai 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

- Abbas A. 2006. Minuman fungsional berbahan dasar teh dan kayu manis untuk penderita diabetes. Prosiding Seminar Nasional Iptek.
- Aganotovic-Kustrin S, Morton. 2013. Cosmeceuticals derived from bioactive substances. *Oceanography*. 1: 2.
- Almaister S. 2003. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.
- [AOAC]. Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Methods of Analysis. 18th edition. Mayland: Association of Official Analytic Chemist Inc.
- Carreto JI, Carignan MO. 2011. Mycosporine-like amino acids: relevant secondary metabolites, chemical and ecological aspects. *Marine Drugs*. 9: 387-446.
- Chan YY, Kim KH, Cheah SH. 2011. Inhibitory effects of *Sargassum polycystum* on tyrosinase activity and melanin formation in B16f10 murine melanoma cells. *Journal of Ethnopharmacology*. 137: 1183-1188.
- Chang H, Ho Y, Sheu M, Lin Y, Tseng M, Wu S, Huang G, Chang Y. 2007. Antioxidant and free radical scavenging activities of *Phellinus merrillii* extracts. *Botanical Studies*. 48: 407-417.
- Chang TS. 2009. An update review of tyrosinase inhibitors. *International Journal of Molecular Science*. 10: 2440-2473.
- Chojnacka K, Saeid A, Witkowska Z, Tuhy L. 2012. Biologically active compounds in seaweed extracts – the prospects for the application. *The Open Conference Journal*. 3(1): 20-28.
- Copriyadi J, Yasmi E, Hidayati. 2005. Isolation and characterization of coumarines from peels of orange (*Citrus hystrix* DC). *Jurnal Biogenesis*. 2: 13-25.
- Daud R. 2013. Pengaruh masa tanam terhadap kualitas rumput laut, *Kappaphycus alvarezii*. *Media Akuakultur*. 8(2): 135-138.
- Desmiaty Y, Alatas F. 2008. Determination of quercetin in *Hibiscus sabdariffa* L. calyces by high-performance liquid chromatography (HPLC). *Proceeding of The International Seminar on Chemistry*. P: 385-388.
- Erungan AC, Purwaningsih S, Anita SB. 2009. Aplikasi karaginan dalam pembuatan skin lotion. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 12(2): 128-143.
- Harborne JB. 1987. Metode Fitokimia. Padmawinata K, penerjemah. Bandung (ID): Penerbit ITB. Terjemahan dari: Phytochemical Methods.
- Haryani TS, Sari BL, Triastinurmiatiningsih. 2014. Efektivitas ekstrak *Padina australis* sebagai antibakteri *Escherichia coli* penyebab diare. Prosiding Seminar

- Nasional Biodiversitas V.
- Henry BE, Alstynne KLV. 2004. Effects of uv radiation on growth and phlorotannins in *Fucus gardneri* (phaeophyceae) juveniles and embryos. *Journal of Phycology*. 40: 527–533.
- Hidayat F. 2006. Pengaruh kombinasi karagenan dan sodium lauryl sulfat serta penambahan ekstrak *Pemphis acidula* terhadap karakteristik sabun mandi cair. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [KKP]. Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2013. Ekspor rumput laut ke pasar eropa terus digenjut. [terhubung berkala]. <http://www.kkp.go.id>. [14 April 2014].
- Liem ZA. 2013. Kandungan proksimat dan aktivitas antioksidan rumput laut merah (*Eucheuma cottonii*) di perairan Kupang Barat. [tesis]. Salatiga (ID): Universitas Kristen Satya Wacana.
- 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.
- Molyneux P. 2004. The use of stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Sciences and Technology* 26(2): 211–219.
- Muchtadi T, Ayustaningwarno F. 2010. Teknologi Proses Pengolahan Pangan. Bogor (ID): Alfabeta.
- Navarro NP, Figueroa FL, Korbee N, Mansilla A, Matsuhiro B, Barahona T, Plastino EM. 2014. The effects of NO₃ supply on *Mazzaella laminarioides* (Rhodophyta, Gigartinales) from southern Chile. *Photochem. Photobiol.* 90: 1299–1307.
- Nur A. 2009. Karakteristik nata de cottonii dengan penambahan dimetil amino fosfat (dap) dan asam asetat glasial. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Nurjanah, Nurilmala M, Anwar E, Luthfiyana N, Hidayat T. 2016. Identification of bioactive compounds seaweed *Sargassum* sp. And *Eucheuma cottonii* as a raw sunscreen cream. *Pakistan Journal of Nutrition*. Inpress.
- Prasiddha IJ, Laeliocattleya RA, Estiasih T, Maligan JM. 2016. Potensi senyawa bioaktif rambut jagung (*Zea mays* L.) untuk tabir surya alami. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4(1): 40-45.
- Pringgencies D, Ghofur A, Azizah R, Ridlo A. 2013. Effect of red seaweed (*Eucheuma cottonii*) powder administration to the quantity and quality of spermatozoa of Allethrin-exposed house mice (*Mus musculus*). International Seminar of Fisheries and Marine (2ndISFM 2013): 59–64.
- Podungge F. 2012. Kandungan fenol, senyawa fitokimia, dan aktivitas antioksidan rumput laut *Padina australis*. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Purwaningsih S, Salamah E, Adnin MN. 2015. Efek fotoprotektif krim tabir surya dengan penambahan karagenan dan buah bakau hitam (*Rhizopora mucronata* Lamk.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 7(1): 1–14.
- Ratana-arporn P, Chirapart A. 2006. Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. *Kasetsart Journal*. 40: 75–83.
- Razi MA. 2009. Pemanfaatan hidrolisat protein kerang mas ngur (*Ataetodea striata*), karagenan, kitosan dan ekstrak *Pemphis acidula* pada pembuatan skin lotion. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rosic NN, Dove S. 2011. Mycosporine-like amino acids from coral *dinoflagellates*. *Applied and Environmental Microbiology*. 1: 1–21.
- 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.
- Santoso J, Gunji S, Yoshie-Stark Y, Suzuki T. 2006. Mineral content of Indonesian seaweeds and mineral solubility affected by basic cooking. *Food Science and Technology Research*. 12(10): 59–66.
- Santoso J, Podungge F, Sumaryanto H. 2013. Chemical composition and antioxidant activity of tropical brown algae *Padina australis* from Pramuka Island, district of Seribu Island, Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5(2): 287–297.

- Sarikaya BB, Kalayar H. 2011. Quantitative determination of d-tocopherol and quality control studies in *Sarcopoterium spinosum* L. DOI: 10.12991/20111543.
- Sesso HD, Buring JE, Christen WG, Kurth T, Belanger C, MacFadyen J, Bubes V, Manson JE, Glynn RJ, Gaziano JM. 2008. Vitamins E and C in the prevention of cardiovascular disease in men: the physicians' health study II randomized controlled trial. *Journal American Medical Association*. 300(18): 2123–2133.
- Soo-Jin H, Park PJ, Park EJ, Kim SK, Jeon YJ. 2005. Antioxidant activity of enzymatic extracts from a brown seaweed *Ecklonia cava* by electron spin resonance spectrometry and comet assay. *European Food Research and Technology*. 221:41–47.
- Suryaningrum TD, Wikanta T, Kristiana H. 2006. Uji aktivitas senyawa antioksidan dari rumput laut *Halymenia harveyana* dan *Euचेuma cottonii*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 1(1):51–64.
- Svobodová A, Psotová J, Walterová D. 2003. Natural phenolics in the prevention of uv-induced skin damage. *A review Biomed Papers*. 147(2): 137–145.
- Tatiya AU, Tapadiya GG, Kotecha S, Surana SJ. 2011. Effect of solvents on total phenolics, antioxidant and antimicrobial properties of *Bridelia retusa* Spreng. stem bark. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 2(4): 442–447.
- Thomas VN, Kim S. 2013. Beneficial effects of marine algal compounds in cosmeceuticals. *Marine Drugs*. 11(3):146–164.
- Wandansari BD, Agustina LNA, Mulyani NS. 2013. Fermentasi rumput laut *Euचेuma cottonii* oleh *Lactobacillus plantarum*. *Chemical Engineering Journal* 1(1):64–69.
- Wulandari N. 2012. Penggunaan kompleks polielektrolit gelatin-karaginan sebagai basis gel topikal. [skripsi]. Depok (ID): Universitas Indonesia.