

APLIKASI ANTIOKSIDAN DARI RUMPUT LAUT

Hermanus Nawaly¹, A.B. Susanto², Jacob L.A. Uktolseja³.

¹Program Pascasarjana Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana,

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, ³Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana

E-mail: herryawaly@yahoo.com

ABSTRAK

Saat ini, pemintaan akan antioksidan alami yang berasal dari tanaman termasuk rumput laut berkembang sangat cepat. Rumput laut mengandung berbagai jenis bioaktif yang ekstraknya dapat menetralkan radikal bebas pada penelitian-penelitian secara *in vitro*. Review ini akan menjelaskan aplikasi dari ekstrak rumput laut sebagai antioksidan pada makanan manusia, kosmetik, dan akuakultur. Untuk makanan manusia, penambahan ekstrak rumput laut pada daging, makanan kecil, rempah-rempah dan minyak dapat menghambat oksidasi untuk mengawetkan makanan dan meningkatkan aktivitas antioksidan dari makanan itu sendiri. Penambahan ekstrak rumput laut dalam produk kosmetik bertujuan untuk mencegah radikal bebas yang dapat membakar kulit via sinar UV. Selain itu, ekstrak ini sendiri dapat berfungsi sebagai anti penuaan, sitoprotektif dan pemutih. Penambahan ekstrak rumput laut pada makanan ikan dalam kegiatan aquakultur bermanfaat untuk mengawetkan makanan ikan dan menjaga kesehatan ikan serta pertumbuhannya sebagai substansi aditif. Selain itu, manfaat tidak langsung dari penggunaan ekstrak rumput laut dalam makan manusia, kosmetik, dan aquakultur adalah sebagai pewarna alami.

Kata kunci: Aplikasi Antioksidan, Rumput Laut, Makanan Manusia, Kosmetik, Akuakultur

PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan sesuatu yang mahal, sehingga makanan yang dikonsumsi manusia dan hewan serta produk kosmetik yang digunakan perlu diawasi keamanannya. Walaupun demikian, penggunaan bahan kimia sintetik sebagai antioksidan yang dapat menimbulkan akibat sampingan pada manusia dalam produk makanan manusia dan hewan maupun kosmetik merupakan hal yang tidak terhindarkan. Oleh karena itu, sekarang ini konsumen lebih memilih untuk produk-produk yang menggunakan senyawa-senyawa bioaktif alami dalam komposisinya. Bioaktif ini meliputi karotenoid, senyawa fenol dan turunannya, sulfat polisakarida, serta vitamin. Salah satu fungsi dari senyawa bioaktif ini adalah sebagai antioksidan.

Antioksidan adalah molekul yang dalam konsentrasi yang rendah dapat menghambat atau mencegah terjadinya proses oksidasi substrat (Halliwell, 2002). Proses oksidasi yang terjadi makanan hewan dan manusia, serta kosmetik dapat menurunkan kualitasnya selama masa penyimpanan. Penggunaan antioksidan bertujuan untuk mencegah terjadinya oksidasi, sehingga tidak menyebabkan keracunan maupun penyakit akibat makanan dan kosmetik tersebut (Guan dkk., 2005; Gupta & Abu-Ghannam, 2011). Salah satu sumber antioksidan alami saat ini adalah rumput laut. Review ini menguraikan aplikasi ekstrak rumput laut sebagai antioksidan untuk makan manusia, kosmetik, dan makanan ikan dalam kegiatan aquakultur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Taksonomi Rumput Laut

Secara taksonomi rumput laut diklasifikasikan dalam kelompok alga yang juga dikenal dengan makroalga. Alga terdiri dari tiga kelompok besar yakni, alga coklat (*Phaeophyta*), alga merah (*Rhodophyta*), dan alga hijau (*Chlorophyta*). Alga coklat merupakan multiseluler alga yang memiliki jenis sekitar 1800. Karakteristik dari jenis ini adalah warna dari hijau zaitun sampai warna coklat gelap akibat melimpahnya pigmen fukosantin. Contoh genus dari kelompok ini adalah *Laminaria* dan *Sargassum*. Alga merah meliput 6000 jenis spesies alga dengan karakteristik warna merah atau merah muda dari pigmen fikosianin dan fikoeritrin. Alga ini biasanya hidup di daerah intertidal dan subtidal dengan kedalaman sekitar 40 m sampai 250 m. Salah satu jenis yang cukup terkenal adalah *Eucheuma cottonii*. Alga hijau diperkirakan memiliki anggota spesies sekitar 1500, yang mana hanya 15% yang hidup di laut sedangkan sisanya di daerah air tawar. Karena kebutuhan akan cahaya matahari, alga jenis biasanya hidup di perairan yang dangkal (Guiry, 2013; MacArtain dkk., 2007).

Komposisi Kimia Rumput Laut



Secara umum rumput laut mengandung serat, protein, lemak, vitamin dan mineral. Selain itu, terdapat polisakarida seperti karaginan dan alginat, yang merupakan komponen rumput laut yang sering dieksplorasi (MacArtain dkk., 2007). Analisis kandungan air, abu, lipid, protein, serat kasar, dan kalsium 11 jenis rumput laut (termasuk 4 spesies dari genus yang penting secara komersial) menunjukkan bahwa *Corallina officinalis* memiliki kadar abu yang tinggi (77,8 %), protein yang rendah (6,9 %) dan kandungan kalsium yang tinggi (182 ppm); pada *Porphyra* sp. memiliki kadar abu yang rendah (9,3 %), protein yang tinggi (44,0 %), dan kandungan kalsium yang rendah (19,9 ppm). Sembilan jenis rumput laut lain memiliki nilai kandungan cenderung sama dengan *Porphyra* sp. dibandingkan dengan *Corallina* sp (Marsham dkk., 2007). Analisis mineral dan vitamin dari 22 jenis rumput laut yang dapat dimakan (6 Chlorophyta, 4 Phaeophyta, 12 Rhodophyta) menunjukkan bahwa semua jenis rumput laut mengandung 11 jenis mineral, yakni nitrogen, fosfat, kalium, magnesium, kalsium, belerang, boron, zink, mangan, besi dan tembaga (McDermid & Stuercke, 2003). Vitamin C juga terdapat hampir pada semua jenis rumput laut yang diuji dan *Enteromorpha flexuosa* mengandung vitamin C yang paling tinggi (3 mg/g berat kering sampel) (McDermid & Stuercke, 2003). Selain itu, rumput laut juga mengandung beberapa jenis pigmen seperti fukosantin, β -karoten, astasantin, dan kantasantin (Borowitzka, 1993). Uraian kandungan nutrisi menunjukkan bahwa rumput laut adalah salah satu sumber nutrisi yang berharga, walaupun masih kurang populer di kalangan masyarakat.

Studi Ekstrak Rumput Laut sebagai Antioksidan

Radikal bebas seperti anion superoksida ($O_2^{\bullet-}$), hidrogen peroksida (H_2O_2) dan radikal hidroksil (OH^{\bullet}) dapat terbentuk dalam sel. Jenis radikal bebas yang mengandung oksigen secara umum dikenal dengan ROS (*reactive oxygen species*). ROS dapat menyebabkan peroksidasi fosfolipid pada membran sel, kerusakan DNA dan protein. Kerusakan ini dapat menginduksi terjadinya kerusakan sel dan jaringan pada tubuh (Novo & Parola, 2008). Akumulasi kerusakan sel dapat memicu terjadinya kanker, penuaan, dan inflamasi (Percival, 1998). Oleh karena itu, kebutuhan akan antioksidan, yakni molekul yang dapat menetralkan radikal bebas sangat penting.

Kebutuhan antioksidan ini menyebabkan adanya penambahan antioksidan sintetis seperti BHA (*Butylated hydroxyanisol*), BHT (*butylated hydroxytoluene*) dan TBHQ (*tertiarybutyl hydroquinone*) pada makanan manusia dan hewan serta kosmetik. Tetapi, antioksidan sintesis dapat menginduksi proses karsinogenesis (Ito dkk., 1986). Oleh karena itu, sumber antioksidan alami mulai diteliti untuk dimanfaatkan, termasuk rumput laut.

Ekstrak rumput laut memiliki aktivitas antioksidan. Potensi antioksidan dari ekstrak air dan etanol dari 16 jenis rumput laut dievaluasi dengan empat jenis metode yakni DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*), FRAP (*ferric reducing antioxidant power*), FIC (*ferrous ion-chelating*) dan *liposome model system*. Hasilnya menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan yang paling tinggi diperoleh dari ekstrak etanol. *Polysiphonia fucoides* dan semua jenis *Fucus* memiliki aktivitas antioksidan dari semua jenis metode yang digunakan dan sebanding dengan jumlah fenol yang terkandung (Farvin & Jacobsen, 2013).

Aktivitas antioksidan rumput laut dapat juga berasal dari pigmen fukosantin. Pigmen fukosantin *Undaria pinnatifida* memiliki kemampuan untuk menetralkan radikal hidroksil 13,5 kali lebih tinggi dari α -tokoferol yang diukur dengan teknik *chemiluminescence* (Sachindra dkk., 2007). Selain itu, sulfat polisakarida dari *Fucus vesiculosus* memiliki kemampuan aktivitas antioksidan yang dievaluasi dengan metode FRAP (Ruperez dkk., 2002).

Aktivitas antioksidan sulfat polisakarida dari 11 jenis rumput laut (satu jenis Rhodophyta, enam jenis Phaeophyta, dan empat jenis Chlorophyta) dari pantai kota Natal (timur laut Brasil) dievaluasi dengan beberapa metode yakni TCA (*total capacity antioxidant*), *scavenging hydroxyl and superoxide radicals*, FRAP dan FIC. Hasilnya menunjukkan bahwa semua jenis rumput laut memiliki aktivitas antioksidan. *Gracilaria caudate* dari Rhodophyta memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (sepadan dengan aktivitas 53.9 mg/g vitamin C), sedangkan yang paling rendah adalah *Spatoglossum schroederi* dari Phaeophyta (sepadan dengan aktivitas 9.2 mg/g vitamin C) (Costa dkk., 2010). Bioaktif lain seperti pigmen fikobilin dari *Porphyra* sp. (Yabuta dkk., 2010) dan vitamin C dari beberapa



jenis rumput laut juga menunjukkan aktivitas antioksidan (Garcia-Casal dkk., 2009). Semua data di atas dengan kuat mengindikasikan bahwa rumput laut merupakan salah satu sumber antioksidan alami. Fenol, pigmen fukosantin, sulfat polisakarida, fikobilin, dan vitamin merupakan bioaktif yang memiliki kontribusi terhadap aktivitas antioksidan rumput laut.

Penambahan Ekstrak Rumput Laut sebagai Antioksidan

Aplikasi ekstrak rumput laut yang memiliki aktivitas antioksidan mulai berkembang dari tahun 2003, terutama pada makanan manusia. Selain itu, penambahan ekstrak rumput laut juga dilakukan pada kosmetik dan makanan ikan. Uraian tentang pemanfaatan ekstrak rumput laut, jenis rumput laut, dan dampaknya pada makanan manusia, kosmetik, dan makanan ikan akan dijelaskan pada sub bab di bawah ini.

Penambahan pada Makanan Manusia

Pemanfaatan antioksidan rumput laut berupa ekstrak yang ditambahkan dalam makanan sudah mulai diaplikasikan dalam skala laboratorium. Tujuan penambahan ini adalah untuk meningkatkan aktivitas antioksidan dari makan itu sendiri dan berakibat tidak langsung pada manusia yang mengkonsumsi. Penambahan ekstrak rumput laut dari *Porphyra umbilicalis*, *Himanthalia elongata*, dan *U. pinnatifida* pada model emulsi daging yang rendah garam dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dari daging tersebut. Aktivitas antioksidan paling tinggi terdapat pada sampel yang mengandung *H. elongata* (3,69 µmol eq. Troloox/g sampel), untuk sampel dengan *P. umbilicalis* dan *U. pinnatifida* memiliki aktivitas yang hampir sama (1,18 dan 1,09 µmol eq. Troloox/g sampel, secara berurutan). Penambahan ini pun dapat meningkatkan konsentrasi asam lemak tidak jenuh ganda, mineral (K, Ca, Mg, dan Mn). Kadar asam amino (serin, glisin, alanin, valin, tirosin, fenilalanin, dan arginin) hanya meningkat pada sampel yang ditambahkan *P. umbilicalis* (Lopez-Lopez dkk., 2009).

Studi lain mengungkapkan bahwa ternyata penambahan ekstrak rumput laut *U. pinnatifida* pada daging sapi dan *Laminaria digitata* pada daging babi yang mengalami pembekuan dengan jangka waktu berbeda tidak memiliki perbedaan oksidasi lipid pada sampel dibandingkan dengan kontrol (López-López dkk., 2010; Moroney dkk., 2013). Hal yang sama juga terjadi pada penambahan ekstrak fukosantin dari *U. pinnatifida* pada daging ayam kemudian disimpan dalam lemari es selama enam hari. Hasil evaluasi lipid peroksidasi pada hari pertama dan keenam menunjukkan bahwa tidak terjadi peningkatan lipid peroksidasi yang signifikan (Sasaki dkk., 2008), karena pada suhu rendah reaksi oksidase lipid berjalan sangat lambat. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak rumput laut tidak memiliki pengaruh yang signifikan pada daging yang mengalami penyimpanan dalam suhu rendah.

Penambahan ekstrak rumput laut coklat (1 %, 2,5 %, 5 %) *Sargassum marginatum* pada pasta (sejenis mie) yang dimasak memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pasta yang tidak dimasak. Pasta dengan kandungan rumput laut 2,5 % ternyata memiliki aktivitas *metal-chelating* yang lebih tinggi, yakni 5,88% (Prabhasankar dkk., 2009a). *U. pinnatifida* juga dimanfaatkan untuk pembuatan pasta. Pasta dengan penambahan *U. pinnatifida* (5%, 10%, 20%, 30%) mengalami peningkatan aktivitas antioksidan dibandingkan dengan kontrol. Penambahan ini juga meningkatkan fukosantin dan fukosterol dalam pasta yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Prabhasankar dkk., 2009b).

Aplikasi rumput laut hijau, *Enteromorpha compressa*, pada makanan kecil tradisional India (pagoda) dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dari sampel tersebut, yakni 152 – 222 µg/g sampel seiring dengan peningkatan komposisinya (5 – 15 %). Penambahan 12,5 % ekstrak metanol dari *E. compressa* memiliki kemampuan menetralkan radikal bebas dengan nilai IC₅₀ = 16,5 µg lebih tinggi dari ekstrak air (IC₅₀ = 3,3 µg) dengan komposisi yang sama (Mamatha dkk., 2007). Penambahan rumput laut pada rempah-rempah juga dilakukan untuk melihat fungsinya dalam menjaga kualitas rempah-rempah tersebut, termasuk nilai peroksid dan asam lemak bebas. Rumput laut juga dapat ditambahkan dalam rempah-rempah. Penambahan tepung dari *E. cottonii* pada rempah-rempah sebanyak 15, 20, dan 25%, hanya menambah sedikit asam lemak bebas nilai peroksid selama 120 hari penyimpanan, namun masih dalam batas yang dapat diterima (Senthil dkk., 2011).



Studi penggunaan ekstrak rumput laut untuk menghambat terjadi proses peroksidasi lipid pada minyak telah dilakukan (Athukorala dkk., 2003; Farvin & Jacobsen, 2013; Santoso dkk., 2004). Penambahan ekstrak *Grateloupia filicina* dengan konsentrasi 0,01 %, 0,03 %, dan 0,05 % dalam asam linoleat dan minyak ikan pada suhu 65 °C selama 168 jam. Kemampuan antioksidan ekstrak alga ini dievaluasi dengan PV (*peroxide value*), TBARS (*2-thiobarbituric acid reactive substance*), WG (*weight gain*), dan CD (*conjugated dienes*). Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan ekstrak sebanyak 0,05 % memiliki aktivitas antioksidan yang lebih baik dari 0,01 % kontrol berupa BHT, BHA, dan α-tokoferol. Evaluasi antioksidan dengan CD pada konsentrasi terendah ekstrak (0,01 %) dalam asam linoleat memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan semua kontrol (Athukorala dkk., 2003).

Ekstrak metanol tujuh jenis rumput laut dari Indonesia juga diaplikasikan ke dalam minyak ikan. Caranya adalah ke dalam 30 g minyak ikan ditambahkan 15 mL ekstrak metanol ekstrak rumput laut segar, kemudian didiamkan selama 3 dan 24 jam pada suhu 50 °C dan ditambahkan ion besi sebagai katalis. Semua jenis rumput laut yang digunakan dalam minyak ikan dapat menekan nilai peroksida minyak tersebut di bawah nilai peroksida minyak tanpa penambahan ekstrak rumput laut. Minyak dengan penambahan ekstrak *Caulerpa sertularoides* memiliki aktivitas antioksidan yang paling tinggi (Santoso dkk., 2004).

Evaluasi potensi antioksidan 16 jenis rumput laut di pantai Denmark dalam minyak ikan juga dilakukan. Sebanyak 1000 µg/mL ekstrak ditambahkan dalam 5 g minyak ikan kemudian diinkubasi pada suhu 60 °C dengan tekanan oksigen 5 bar. Hasilnya menunjukkan *P. fucoides* dan semua jenis *Fucus* memiliki konsumsi oksigen lebih rendah dari kontrol yang diuji (Farvin & Jacobsen, 2013). Hasil penelitian penggunaan ekstrak rumput laut pada makanan menggambarkan bahwa rumput laut memiliki potensi untuk menjaga kualitas dan meningkatkan aktivitas antioksidan dari makanan.

Penambahan pada Kosmetik

Radiasi ultraviolet merupakan salah penyebab kerusakan kulit yang sangat diperhatikan dalam industri kosmetik. Kerusakan kulit ini meliputi penuaan kulit, sejumlah perubahan kulit, dan kanker kulit. (Wijesinghe & Jeon, 2011). Beberapa studi menemukan bahwa *Ecklonia cava*, *Sargassum siliquastrum*, *S. marginatum*, *Padina tetrastomatica*, *Turbinaria conoides* merupakan beberapa jenis rumput laut yang memiliki potensi antioksidan untuk aplikasi di bidang kosmetik. Senyawa-senyawa yang terkandung dalam rumput laut tersebut adalah *eckol*, *6,6'-bioeckol*, *dieckol*, *fucodiphloroethol*, *triphlorethol-A*, *phlorotannins*, fukosantin, dan polifenol. Aplikasi senyawa-senyawa antioksidan ini dalam kosmetik sebagai anti penuaan, perlindungan sel tubuh, pemutih, dan UV protektif (Heo & Jeon, 2009; Heo dkk., 2009; Wijesinghe & Jeon, 2011)

Isolasi fukosantin dari *S. siliquastrum* dimanfaatkan untuk melindungi sel fibroblast manusia akibat UV-B. Evaluasi kemampuan melindungi sel fibroblast menggunakan metode *2',7'-dichlorodihydrofluorescein diacetate* (DCFH-DA), *3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)2,5-diphenyltetrazolium bromide* (MTT), dan *comet assay*. Hasilnya menunjukkan bahwa ROS yang diproduksi akibat radiasi UV-B berkurang sangat signifikan. Peningkatan jumlah sel yang bertahan hidup dapat mencapai 81,47 % akibat efek proteksi dari fukosantin (Heo & Jeon, 2009).

Ekstrak *E. cava* yang mengandung tiga jenis *phlorotanin* dapat menghambat efek melanogenesis dan juga melindungi stres akibat UV-B. Sebagai tambahan, diekol yang merupakan salah satu jenis *phlorotanin* memiliki kemampuan untuk melindungi kerusakan sel fibroblast akibat radiasi UV-B (Heo dkk., 2009). Berdasarkan hasil penelitian di atas, rumput laut merupakan sumber antioksidan yang potensial yang dapat ditambahkan pada produk-produk kosmetik. Selain berfungsi sebagai antioksidan, salah satu senyawa yakni diekol juga dapat berfungsi sebagai pemutih.

Penambahan pada Makanan Ikan

Praktek perikanan hewan modern dilakukan pada suatu lokasi terbatas. Hal ini memungkinkan proses penyebaran penyakit lebih cepat antara individu. Oleh karena itu, penambahan senyawa-senyawa yang penting bagi kesehatan termasuk antioksidan dalam makan hewan sangat diperlukan. Tiga tujuan utama dari proses ini adalah (1) terapi: menyembuhkan penyakit; (2) propilaksis:



menghambat penyebaran penyakit; (3) peningkatan pertumbuhan: meningkatkan efisiensi konversi makanan yang berhubungan dengan kecepatan pertumbuhan (Crosby, 1997).

Beberapa genus rumput laut yang dicampurkan dalam makanan ikan Salmon adalah *Ulva*, *Ascophyllum*, *Sargassum*, *Gracilaria*, *Palmari*, *Polysiphonia*, *Asparagopsis*, *Delleseria*, *Osmundea*, dan *Plocamium*. Hasil penambahan ini menyebabkan penambahan berat ikan, rasio konversi makanan yang lebih baik, berkangnya tingkat kematian, warna ikan yang lebih baik serta, serta berkangnya hama yang menempel pada ikan (Kraan dkk., 2010).

Penambahan *Porphyra dioica* dengan jumlah 5, 10, dan 15 % pada makanan *rainbow trout* dalam bentuk isonitrogenous dan isolipidik selama 12,5 minggu. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan jumlah *P. dioica* hingga 10% tidak memiliki dampak negatif pada berat dan pertumbuhan rainbow trout (Soler-Vila dkk., 2009). Studi lainnya mengevaluasi penambahan dua jenis rumput laut, *Ulva lactuca* dan *Pterocladia capillacea*, dalam makanan *Dicentrarchus labrax* fry (seabass Eropa). Makanan ikan dengan komposisi rumput laut 5, 10, dan 15 % dari *Ulva* atau *Pterocladia* diuji selama delapan minggu. Hasilnya menunjukkan bahwa makanan dengan kandungan 5% rumput laut menghasilkan pertumbuhan, pemanfaat makanan, retensi nutrisi dan nilai kelangsungan hidup yang lebih baik. Makanan ikan dengan 5 % *Pterocladia* juga meningkatkan pemulihan stress setelah di keluarkan selama 5 menit dari air (Waslef dkk., 2013). Selain itu, penambahan ekstrak rumput laut yang memiliki kemampuan antioksidan pada makanan ikan dapat mencegah proses degradasi beberapa jenis nutrisi yang terkandung di dalamnya maupun sebagai perekat (McHugh, 2003).

Potensi Rumput Laut sebagai Pewarna Alami

Data-data di atas menyatakan bahwa pentingnya rumput laut dalam sebagai antioksidan. Walaupun demikian, dunia industri menuntut penampilan yang menarik dari suatu produk baik makanan dan kosmetik. Salah satu cara yang dapat dilakukan yakni melalui warna tentunya pewarna alami. Rumput laut memiliki kemampuan tersebut, walaupun masih belum dimanfaatkan dengan maksimal.

Salah satu pigmen dari rumput laut merah yakni fikoeritrin yang memberi warna merah banyak dimanfaatkan sebagai pewarna alami untuk makanan dan kosmetik. Penggunaan pigmen ini sangat luas, walaupun masih terkendala dengan jumlah protein yang berikatan dengan pigmen tersebut (Niu dkk., 2006). Rumput laut *P. dioica* dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami secara tidak langsung bagi daging ikan *rainbow trout*. Daging *rainbow trout* dengan makanan *Porphyra* memiliki warna daging lebih oranye dibandingkan dengan warna kontrol yang agak putih (Soler-Vila dkk., 2009). Pigmen dari rumput laut juga dapat dikombinasikan dengan produk kosmetik sebagai pembawa warna ke kulit dari konsumen. Ekstrak pigmen yang diperoleh dari rumput laut kemudian dikonsentrasi atau dibuat tepung. Hasil ini kemudian dicampurkan ke beberapa produk kosmetik seperti pewarna bibir, *lip gloss*, losion, dan sebagainya sebagai pewarna alami (Kostick dkk., 2007).

KESIMPULAN DAN SARAN

Senyawa-senyawa antioksidan yang berasal dari ekstrak rumput laut merupakan senyawa yang penting dalam melindungi sel terhadap radikal bebas. Aplikasi ekstrak rumput laut dalam makanan manusia dan ikan dapat meningkat nilai antioksidan makanan tersebut yang dapat berfungsi menjaga nutrisi makanan dan memberi dampak kesehatan bagi subjek yang mengkonsumsi. Dalam industri kosmetik, penggunaan ekstrak rumput laut memiliki fungsi yakni sebagai antioksidan untuk melindungi kulit dari radikal bebas akibat UV, sebagai anti penuaan, perlindungan sel tubuh dan pemutih. Pewarna alami merupakan salah satu keuntungan tidak langsung yang menarik penglihatan dan selera konsumen terhadap produk makanan dan kosmetik dari penggunaan rumput laut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Hermanus Nawaly mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud) atas Beasiswa Unggulan BPKLN melalui kerja sama dengan Magister Biologi Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga di bidang klorofil dan pigmen.



DAFTAR PUSTAKA

- Athukorala, Y., Lee, K. W., Shahidi, F., Heu, M. S., Kim, H. T., Lee, J. S., & Jeon, Y. J. (2003). Antioxidant efficacy of extracts of an edible red alga (*Grateloupia filicina*) in linoleic acid and fish oil. *J. Food Lipids*, 10(4), 313-327.
- Borowitzka, M. (1993). Products from microalgae. *INFOFISH International. Kuala Lumpur*(5), 21-26.
- Costa, L. S., Fidelis, G. P., Cordeiro, S. L., Oliveira, R. M., Sabry, D. A., Camara, R. B., Nobre, L. T., Costa, M. S., Almeida-Lima, J., Farias, E. H., Leite, E. L., & Rocha, H. A. (2010). Biological activities of sulfated polysaccharides from tropical seaweeds. *Biomed. Pharmacother.*, 64(1), 21-28. doi: 10.1016/j.biopha.2009.03.005
- Crosby, N. T. (1997). *Determination of Veterinary Residues in Food* (Ed.). Inggris: Woodhead Publishing Ltd.
- Farvin, K. S., & Jacobsen, C. (2013). Phenolic compounds and antioxidant activities of selected species of seaweeds from Danish coast. *Food Chem.*, 138(2-3), 1670-1681.
- Garcia-Casal, M. N., Ramirez, J., Leets, I., Pereira, A. C., & Quiroga, M. F. (2009). Antioxidant capacity, polyphenol content and iron bioavailability from algae (*Ulva* sp., *Sargassum* sp. and *Porphyra* sp.) in human subjects. *Br. J. Nutr.*, 101(1), 79-85. doi: 10.1017/S0007114508994757
- Guan, Y., Chu, Q., Fu, L., & Ye, J. (2005). Determination of antioxidants in cosmetics by micellar electrokinetic capillary chromatography with electrochemical detection. *J. Chromatogr. A*, 1074(1-2), 201-204.
- Guiry, M. D. R. (2013). The Seaweed Site: information on marine algae. Diakses kembali 1 Juni, 2013, dari <http://www.seaweed.ie/index.php>.
- Gupta, S., & Abu-Ghannam, N. (2011). Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 12(4), 600-609.
- Halliwell, B. (2002). Food-Derived Antioxidants: How to Evaluate Their Importance in Food and In Vivo. Dalam E. Cadenas & L. Packer (Eds.), *Handbook of Antioxidants* (Edisi Kedua). Amerika Serikat: Marcel Dekker, Inc.
- Heo, S.-J., & Jeon, Y.-J. (2009). Protective effect of fucoxanthin isolated from *Sargassum siliquastrum* on UV-B induced cell damage. *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.*, 95(2), 101-107.
- Heo, S.-J., Ko, S.-C., Cha, S.-H., Kang, D.-H., Park, H.-S., Choi, Y.-U., Kim, D., Jung, W.-K., & Jeon, Y.-J. (2009). Effect of phlorotannins isolated from *Ecklonia cava* on melanogenesis and their protective effect against photo-oxidative stress induced by UV-B radiation. *Toxicol. In Vitro*, 23(6), 1123-1130.
- Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, H., Shirai, T., & Tatematsu, M. (1986). Studies on antioxidants: their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. *Food Chem. Toxicol.*, 24(10), 1071-1082.
- Kostick, R. H., Wang, S. P. H., & Wang, J. P. F. (2007). Cosmetic and dermatological formulations with natural pigments and methods of use: Google Patents.
- Kraan, S., Martin, P., & Mair, C. (2010). Natural and sustainable seaweed formula that replaces synthetic additives in fish feed: Google Patents.
- Lopez-Lopez, I., Bastida, S., Ruiz-Capillas, C., Bravo, L., Larrea, M. T., Sanchez-Muniz, F., Cofrades, S., & Jimenez-Colmenero, F. (2009). Composition and antioxidant capacity of low-salt meat emulsion model systems containing edible seaweeds. *Meat Sci.*, 83(3), 492-498.
- López-López, I., Cofrades, S., Yakan, A., Solas, M., & Jiménez-Colmenero, F. (2010). Frozen storage characteristics of low-salt and low-fat beef patties as affected by Wakame addition and replacing pork backfat with olive oil-in-water emulsion. *Food Res. Int.*, 43(5), 1244-1254.
- MacArtain, P., Gill, C. I., Brooks, M., Campbell, R., & Rowland, I. R. (2007). Nutritional value of edible seaweeds. *Nutr. Rev.*, 65(12 Pt 1), 535-543.
- Mamatha, B., Namitha, K., Senthil, A., Smitha, J., & Ravishankar, G. (2007). Studies on use of *Enteromorpha* in snack food. *Food Chem.*, 101(4), 1707-1713.



- Marsham, S., Scott, G. W., & Tobin, M. L. (2007). Comparison of nutritive chemistry of a range of temperate seaweeds. *Food Chem.*, 100(4), 1331-1336.
- McDermid, K. J., & Stuercke, B. (2003). Nutritional composition of edible Hawaiian seaweeds. *J. Appl. Phycol.*, 15(6), 513-524.
- McHugh, D. J. (2003). *A Guide to the Seaweed Industry* (Ed.). Roma: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Moroney, N., O'Grady, M., O'Doherty, J., & Kerry, J. (2013). Effect of a brown seaweed (*Laminaria digitata*) extract containing laminarin and fucoidan on the quality and shelf-life of fresh and cooked minced pork patties. *Meat Sci.*, 94(3), 304-311.
- Niu, J.-F., Wang, G.-C., & Tseng, C.-K. (2006). Method for large-scale isolation and purification of R-phycerythrin from red alga *Polysiphonia urceolata* Grev. *Protein Expr. Purif.*, 49(1), 23-31.
- Novo, E., & Parola, M. (2008). Redox mechanisms in hepatic chronic wound healing and fibrogenesis. *Fibrogenesis Tissue Repair*, 1(1), 5. doi: 10.1186/1755-1536-1-5
- Percival, M. (1998). Antioxidants. *Clin. Nutr. Ins.*, 31, 1-4.
- Prabhasankar, P., Ganesan, P., & Bhaskar, N. (2009a). Influence of Indian brown seaweed (*Sargassum marginatum*) as an ingredient on quality, biofunctional, and microstructure characteristics of pasta. *Food Sci. Technol. Int.*, 15(5), 471-479.
- Prabhasankar, P., Ganesan, P., Bhaskar, N., Hirose, A., Stephen, N., Gowda, L. R., Hosokawa, M., & Miyashita, K. (2009b). Edible Japanese seaweed, wakame (*Undaria pinnatifida*) as an ingredient in pasta: Chemical, functional and structural evaluation. *Food Chem.*, 115(2), 501-508.
- Ruperez, P., Ahrazem, O., & Leal, J. A. (2002). Potential antioxidant capacity of sulfated polysaccharides from the edible marine brown seaweed *Fucus vesiculosus*. *J. Agric. Food Chem.*, 50(4), 840-845.
- Sachindra, N. M., Sato, E., Maeda, H., Hosokawa, M., Niwano, Y., Kohno, M., & Miyashita, K. (2007). Radical scavenging and singlet oxygen quenching activity of marine carotenoid fucoxanthin and its metabolites. *J. Agric. Food Chem.*, 55(21), 8516-8522.
- Santoso, J., Yoshie-Stark, Y., & Suzuki, T. (2004). Anti - oxidant activity of methanol extracts from Indonesian seaweeds in an oil emulsion model. *Fish. Sci.*, 70(1), 183-188.
- Sasaki, K., Ishihara, K., Oyamada, C., Sato, A., Fukushi, A., Arakane, T., Motoyama, M., Yamazaki, M., & Mitsumoto, M. (2008). Effects of fucoxanthin addition to ground chicken breast meat on lipid and colour stability during chilled storage, before and after cooking. *Asian Austral. J. Anim.*, 21, 1067-1072.
- Senthil, A., Mamatha, B., Vishwanath, P., Bhat, K., & Ravishankar, G. (2011). Studies on development and storage stability of instant spice adjunct mix from seaweed (*Eucheuma*). *J. Food Sci. Technol.*, 48(6), 712-717.
- Soler-Vila, A., Coughlan, S., Guiry, M. D., & Kraan, S. (2009). The red alga *Porphyra dioica* as a fish-feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects on growth, feed efficiency, and carcass composition. *J. Appl. Phycol.*, 21(5), 617-624.
- Wassem, E. A., El-Sayed, A.-F. M., & Sakr, E. M. (2013). *Pterocladi* (Rhodophyta) and *Ulva* (Chlorophyta) as feed supplements for European seabass, *Dicentrarchus labrax* L., fry. *J. Appl. Phycol.*, 1-8.
- Wijesinghe, W., & Jeon, Y.-J. (2011). Biological activities and potential cosmeceutical applications of bioactive components from brown seaweeds: a review. *Phytochem. Rev.*, 10(3), 431-443.
- Yabuta, Y., Fujimura, H., Kwak, C. S., Enomoto, T., & Watanabe, F. (2010). Antioxidant activity of the phycerythrobilin compound formed from a dried Korean purple laver (*Porphyra* sp.) during in vitro digestion. *Food Sci. Technol. Res.*, 16(4), 347-352.



DISKUSI**Penanya 1: Aisyah Hadi Ramadani****Pertanyaan :**

Apakah semua rumput laut bisa menghasilkan semua senyawa? Dalam arti lain apakah tiap spesies memiliki kandungan yang sama?

Jawab:

Bisa, namun umumnya sangat bervariasi untuk setiap jenis rumput laut. Sebagai contoh, *Sargassum* memiliki kandungan utama yaitu fukosantin.

