

# POTENSI DAN PEMANFAATAN BAHAN AKTIF ALGA COKELAT *SARGASSUM SP*

Chalvyn S. Pakidi<sup>1</sup> dan Hidayat Suryanto Suwoyo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Musamus, Merauke, Papua  
email: pakidichalvyn@yahoo.co.id

<sup>2</sup>Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau, Maros

## Abstrak

Di Indonesia terdapat banyak jenis rumput laut yang bernilai ekonomis cukup tinggi salah satu diantaranya *Sargassum sp* yang mengandung bahan alginat dan iodin yang digunakan pada industri makanan, farmasi, kosmetik dan tekstil. Selain itu juga *Sargassum sp.* mengandung senyawa-senyawa aktif steroida, alkaloida, fenol, dan triterpenoid berfungsi sebagai antibakteri, antivirus, dan anti jamur. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi dan pemanfaatan senyawa aktif yang terkandung dalam alga coklat *Sargassum sp* dan aplikasinya pada bidang perikanan. Hasil kajian yang diperoleh bahwa Spesies-spesies *Sargassum sp.* yang dikenal di Indonesia ada sekitar 15 spesies. *Sargassum sp.* dapat dimanfaatkan sebagai antikolesterol, biofuel, biofertilizer, antibakteri, antitumor, antikanker, antifouling, antivirus dan krim kosmetik. Ekstrak *Sargassum sp.* juga berpotensi sebagai antioksidan dan sebagai bahan baku pembuatan surfaktan. Aplikasi ekstrak *Sargassum* pada bidang perikanan dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio sp* yang merupakan penyebab penyakit kunang kunang yang paling berbahaya bagi udang windu

**Kata Kunci:** *Sargassum sp*, metabolit sekunder, makroalga.

## Abstract

*In Indonesia there are many types of seaweed that has high economic value, one of them Sargassum sp containing alginate and iodine materials used in food, pharmaceutical, cosmetics and textile industries. In addition, Sargassum sp. Contains the active compounds of steroids, alkaloids, phenols, and triterpenoids act as antibacterial, antiviral, and anti-fungal. This study aims to examine the potential and utilization of the active compounds contained in brown alga Sargassum sp and its application in the field of fisheries. The results of the study obtained that the species of Sargassum sp. Known in Indonesia there are about 15 species. Sargassum sp. Can be utilized as anticholesterol, biofuel, biofertilizer, antibacterial, antitumor, anticancer, antifouling, antiviral and cosmetic creams. Sargassum sp. Extract. Also potentially as an antioxidant and as a raw material for surfactant manufacturing. Application of Sargassum extract in the field of fishery can be used to inhibit the growth of Vibrio sp bacteria which is the most dangerous cause of kunang kunang disease for tiger shrimp*

**Keywords:** *Sargassum sp*, secondary metabolite, macroalgae.

## 1. PENDAHULUAN

Alga merah (*Rhodophyceae*) menempati urutan terbanyak dari jumlah jenis yang tumbuh di perairan laut Indonesia yaitu sekitar 452 jenis, setelah itu alga hijau (*Chlorophyceae*) sekitar 196 jenis dan alga coklat (*Phaeophyceae*) sekitar 134 (Winarno, 1996). Dibalik peran ekologis dan biologisnya dalam menjaga kestabilan ekosistem laut serta sebagai tempat hidup sekaligus perlindungan bagi biota lain, golongan makroalga ini memiliki potensi ekonomis yaitu sebagai bahan baku dalam industri dan kesehatan.

Rumput laut merupakan kelompok tumbuhan yang berklorofil yang terdiri dari satu atau banyak sel dan berbentuk koloni apabila ditinjau secara biologi. Rumput laut mengandung bahan-bahan organik seperti polisakarida, hormon, vitamin, mineral, dan juga senyawa bioaktif (Putra, 2006). Rumput laut juga mengandung berbagai vitamin dalam konsentrasi tinggi seperti vitamin D, K, Karotenoid (prekursor vitamin A), vitamin B kompleks, dan tokoferol. Kandungan polisakarida yang tinggi sebanding dengan

glukan (polimer glukosa) dan polisakarida tersulfatisasi (Soraya, 2005). Beberapa rumput laut juga menghasilkan metabolit yang mempunyai aktivitas antioksidan. Senyawa ini dapat menunda atau memperkecil laju reaksi oksidasi pada bahan yang mudah teroksidasi. Fujimoto K. (1985) telah berhasil mengisolasi senyawa antioksidan dari alga merah *Polysiphonia ulceolate* yang berasal dari laut Jepang. Atas dasar tersebut di atas, maka mulailah dilakukan penelitian untuk mencari jenis-jenis alga makro di Indonesia yang mempunyai potensi penghasil antioksidan.

Di Indonesia terdapat banyak jenis rumput laut, diantaranya bernilai ekonomis cukup tinggi seperti alga coklat *Sargassum*. *Sargassum* sp. sangat melimpah serta tersebar luas di perairan Indonesia. Menurut Kadi (2005), *Sargassum* sp. mengandung bahan alginat dan iodin yang digunakan pada industri makanan, farmasi, kosmetik dan tekstil. Selain itu juga, *Sargassum* sp. mengandung senyawa-senyawa aktif steroida, alkaloida, fenol, dan triterpenoid berfungsi sebagai antibakteri, antivirus, dan anti jamur (Kusumaningrum *et al.* 2007).

Pengembangan teknologi aplikasi alga coklat *Sargassum* sp. tidak hanya pada bidang pangan seperti alginat, makanan ternak serta pupuk, akan tetapi antioksidan yang terdapat pada alga coklat *Sargassum* sp. juga mampu menghambat kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas pada produk seperti minyak ikan (Patra, 2008; Winberget *al.*, 2009). Penelitian Koivikko (2008) menyebutkan bahwa pada alga coklat *Sargassum* sp. ditemukan florotanin yaitu senyawa fenolik yang berperan sebagai sumber antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat mengurangi dampak terjadinya oksidasi.

Metabolit sekunder adalah senyawa metabolit yang tidak esensial bagi pertumbuhan organisme dan ditemukan dalam bentuk yang unik atau berbeda-beda antara spesies yang satu sama yang lainnya. Fungsi metabolit sekunder adalah untuk mempertahankan diri dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan (Khotimah *et al.*, 2013). Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penulisan karya tulis ilmiah ini yang bertujuan untuk mengkaji potensi dan pemanfaatan senyawa aktif yang terkandung

dalam alga coklat *Sargassum* sp dan aplikasinya pada bidang perikanan.

## 2. METODOLOGI

Penelitian tentang potensi dan pemanfaatan bahan aktif dari alga coklat telah dilakukan pada berbagai bidang mulai dari farmasi, farmasi, kosmetik, kedokteran.pakan ternak, perikanan, industri dan sebagainya. Makalah ini menyajikan data-data review hasil penelitian yang meliputi: data primer diperoleh dari hasil-hasil penelitian yang dilakukan dan data sekunder diperoleh dari berbagai sumber hasil-hasil penelitian tentang alga coklat *Sargassum* sp. Data disajikan secara tabulasi dan deskriptif.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Biologi *Sargassum* sp

*Sargassum crassifolium* merupakan salah satu jenis Phaeophyta atau alga coklat yang tumbuh di Indonesia. Di Indonesia terdapat 15 spesies *Sargassum* (Kadi 2005). Menurut Fateha (2007) rumput laut adalah bentuk ganggang (alga) yang berbentuk poliseluler dan hidup dilaut. *Sargassum fillipendula* merupakan salah satu jenis alga yang masuk pada kelas *Phaeophyceae* atau ganggang coklat. Alga coklat berbentuk benang atau lembaran, bahkan ada yang menyerupai tumbuhan tingkat tinggi dengan bagian-bagian serupa akar, batang, dan daun. Menurut Atmadja (2012), habitat alga coklat tumbuh di perairan pada kedalaman 0.5–10 m ada arus dan ombak. Alga coklat hidup di daerah perairan yang jernih yang mempunyai substrat dasar batu karang dan dapat tumbuh subur pada daerah tropis. Menurut Majid (2012) alga coklat berupa tumbuh-tumbuhan bercabang berbentuk benang kecil yang halus (*Ectocarpus*), bertangkai pendek dan bertalus lebar (*Copstaria*, *Alaria*, dan *Laminaria*, beberapa diantaranya mempunyai lebar 2 m). Selain itu, *Sargassum fillipendula* juga mempunyai pigmen klorofil a dan b, beta karoten, violasantin, dan fukosantin.

*Sargassum* merupakan bagian dari kelompok rumput laut coklat (*Phaeophyceae*) dan genus terbesar dari famili *Sargassaceae*. Klasifikasi *Sargassum* adalah sebagai berikut (Dawes, 1981; Estiati 1994; Tjitrosoepomo,

2001; 2005) : Divisi : Thallophyta, Kelas : Phaeophyceae , Ordo : Fucales , Famili : Sargassaceae , Genus : *Sargassum* , Spesies : *Sargassum sp* (J. Agardh 1884)

*Rumput laut*, terutama Phaeophyceae (*Sargassum* dan *Turbinaria*) tersebar luas di perairan tropis, termasuk Indonesia (Aslan, 1991). *Sargassum* terdiri dari kurang lebih 400 spesies di dunia. Spesies-spesies *Sargassum* sp. yang dikenal di Indonesia ada sekitar 12 spesies, yaitu : *S. duplicatum*, *S. histrix*, *S. echinocarpum*, *S. gracilimum*, *S. obtusifolium*, *S. binderi*, *S. polycystum*, *S. crassifolium*, *S. microphyllum*, *S. aquofilum*, *S. vulgare*, dan *S. polyceeratum* (Atmadja *et al.*, 1996; Rachmat, 1999).

Jenis *Sargassum* yang paling banyak ditemukan di perairan pantai Bira, Bulukumba

Sulawesi Selatan adalah jenis *Sargassum crassifolium*. Jenis *Sargassum* ini memiliki thalus silindris dan berduri kecil. Thalus bercabang dan percabangan ini dinamakan *pinnatus alternates* sedangkan anak percabangannya merupakan daun. Tiap-tiap percabangan terdapat gelembung udara berbentuk bulat yang disebut *Bladder*. *Bladder* berfungsi untuk menopang cabang-cabang thalus terapung ke arah permukaan air agar mendapatkan intensitas cahaya matahari (Kadi 2005). Thalus sedikit datar, licin tetapi batang utama bulat dan agak kasar. Panjang *pinnatus alternates* antara 30-50 cm. daun berbentuk oval memanjang 40 x 10 mm dan terdapat urat tengah daun (IPTEKnet 2002). Hidup di zona intertidal, subtidal, sampai daerah tubir dengan ombak besar dan deras (Kadi 2005).



Gambar 1. Beberapa jenis *Sargassum sp*

Ciri-ciri umum dari *Sargassum* ini adalah bentuk thallus umumnya silindris atau gepeng, cabangnya rimbun menyerupai pohon di darat, bentuk daun melebar, oval, atau seperti pedang, mempunyai gelembung udara (*bladder*) yang umumnya soliter, ukuran panjang umumnya mencapai 3-7 meter, warna thallus umumnya coklat (Aslan, 1991). *Sargassum* biasanya dicirikan oleh 3 sifat yaitu adanya pigmen coklat yang menutupi warna hijau, hasil fotosintesis disimpan dalam bentuk laminaran dan algin serta adanya flagel (Dawes, 1981; Tjitrosoepomo, 2005).

*Sargassum* tersebar luas di Indonesia, tumbuh di perairan yang terlindung maupun yang berombak besar pada habitat batu, pada daerah intertidal maupun subtidal (Aslan, 1991; Kadi, 2005). Zat yang dapat diekstraksi

dari *Sargassum* berupa alginat yaitu suatu garam dari asam alginik yang mengandung ion sodium, kalsium dan barium. Pada umumnya *Sargassum* tumbuh di daerah terumbu karang (*coral reef*) seperti di Kepulauan Seribu, terutama di daerah rata pasir (*sand flat*) (Aslan, 1991). *Sargassum* sp. telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam bidang industri makanan, farmasi, kosmetika, pakan, pupuk, tekstil, kertas, dan lain sebagainya. Hasil ekstraksi *Sargassum* sp. berupa alginat banyak digunakan industri makanan untuk memperkuat tekstur atau stabilitas dari produk olahan, seperti es krim, sari buah, pastel isi, dan kue. *Sargassum* sp. juga telah dimanfaatkan di bidang farmasi dan ternak (Tjitrosoepomo, 2005; Poncomulyo *et al.*, 2006).

### Kandungan Bahan aktif dari *Sargassum* sp

Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan makhluk hidup dalam keadaan tertentu. Salah satu metode uji kualitatif metabolit sekunder yang ada pada bahan alam adalah dengan melakukan uji fitokimia. Rumpun laut dari divisi Phaeophyta menghasilkan algin atau alginat, laminarin, selulosa dan manitol. Biasanya jenis Phaeophyta yang dimanfaatkan sebagai penghasil algin alginat adalah *Macrocystis*, *Turbinaria*, *Padina* dan *Sargassum* sp. (Rasyid 2003). Pemanfaatan potensi rumput laut terus berkembang dan merambah bidang farmasi, kosmetik serta kedokteran.

Phaeophyceae menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi diantara Rhodophyceae dan Chlorophyceae (Yangthong *et al.*, 2009; Kelman *et al.*, 2012). Phaeophyceae di daerah tropis memproduksi metabolit sekunder lebih baik sebagai suatu sistem proteksi terhadap radiasi sinar UV (ultra violet). Senyawa fenol dan turunannya diduga menjadi komponen utama senyawa antioksidan yang dihasilkan oleh Phaeophyceae (Budhiyanti *et al.*, 2012). Demirel *et al.* (2009) menyebutkan bahwa senyawa fenol ini lebih efektif dibanding  $\alpha$ -tokoferol dan hampir sebanding dengan antioksidan sintetik seperti *butylated hydroxyanisole* (BHA), *butylated hydroxytoluene* (BHT).

Khotimah *et al.*, (2013) mendapatkan hasil analisis senyawa aktif alga coklat *Sargassum fillipendula* merupakan jenis karotenoid yang merupakan golongan fenol dan *benzenedicarboxyl acid*. Ekstrak senyawa aktif *Sargassum fillipendula* diperoleh aktivitas antiradikal bebas DPPH sebesar 81,281ppm. Penambahan senyawa aktif dari *Sargassum fillipendula* dapat mencegah terjadinya kerusakan pada proses netralisasi minyak ikan lemuru dengan perlakuan terbaik atau konsentrasi optimum yaitu pada penambahan konsentrasi ekstrak *Sargassum fillipendula* sebesar 0.2% dengan rincian angka iod sebesar 3.42%, bilangan peroksida sebesar 6.19 meq/kg dan nilai TBA sebesar 5.14 mg malonaldehid/kg minyak.

Santoso *et al.* (2004), menyebutkan bahwa antioksidan pada alga cokelat *Sargassum* sp.

mampu menurunkan oksidasi yang terjadi pada emulsi minyak ikan selama penyimpanan pada suhu 50 °C selama 24 jam yang ditandai dengan rendahnya nilai peroksida (59,1 meq/kg) dibanding kontrol (308,5 meq/ kg). Prabowo *et al.*, (2013) bahwa penggunaan ekstrak etanolik *Sargassum* sp. mampu memberikan hasil yang lebih baik dalam proses penghambatan oksidasi emulsi minyak ikan dibandingkan dengan kontrol. Penggunaan ekstrak etanolik *Sargassum* sp. 1% menghasilkan laju penghambatan kerusakan oksidatif yang lebih baik dibandingkan dengan minyak ikan tanpa menggunakan zat antioksidan untuk parameter angka peroksida, angka anisidin, dan nilai Totoks.

*Sargassum* sp. telah dimanfaatkan sebagai antikolesterol (Herpandi, 2005), biofuel (Lenstra *et al.*, 2011), biofertilizer (Erulan *et al.*, 2009; Sridhar and Rengasamy, 2010), antibakteri (Devi *et al.*, 2012), antitumor (Zandi *et al.*, 2010; Ale *et al.*, 2011), antikanker (Thinh *et al.*, 2013), antifouling (Bazes *et al.*, 2009; Habsah *et al.*, 2011), antivirus (Sivagnanavelmurugan *et al.*, 2012) dan krim kosmetik (Kadi, 2008; Yoon *et al.*, 2009). Ekstrak *Sargassum* sp. juga berpotensi sebagai antioksidan. Penelitian ini telah dilakukan di Indonesia (Firdaus *et al.*, 2009; Merdekawati *et al.*, 2009; Budhiyanti *et al.*, 2012)

Menurut Masduqi *et al.*, (2014) bahwa rumput laut *Sargassum polycystum* merupakan salah satu rumput laut yang banyak mengandung bahan kimia serta berpotensi untuk dimanfaatkan dan dikembangkan. Penanganan pascapanen *Sargassum polycystum* sangat penting terutama dalam hal pengeringan. Metode pengeringan akan berpengaruh terhadap kandungan kimia dalam *Sargassum polycystum*. Perbedaan metode pengeringan berpengaruh terhadap kandungan total fenol, alginat dan proksimat pada *Sargassum polycystum*. Pengeringan dengan kering angin paling tertinggi dalam mendapatkan senyawa fenol (sebesar 1656,3 ppm).

Tabel 1. Kandungan dan Manfaat Rumput Laut Genus *Sargassum*

Jenis	Kandungan	Manfaat	Sumber
<i>Sargassum binderi</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat, fukosantin, asam lemak	Antioksidan, Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005) Noviendri <i>et al.</i> , (2011)
<i>Sargassum crassifolium</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat, asam amino, asam lemak, mineral (Ca, Fe, P)	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005) Handayani <i>et al.</i> , (2004)
<i>Sargassum duplicatum</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat, flavonoid, phlorotanin, alkaloid	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005) Aulanni <i>et al.</i> , (2011)
<i>Sargassum echinocarpum</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)
<i>Sargassum fenitan</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)
<i>Sargassum filipendula</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)
<i>Sargassum gracillimum</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)
<i>Sargassum hystrix</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)
<i>Sargassum molleri</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)
<i>Sargassum polycistum</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)
<i>Sargassum polyceratium</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)
<i>Sargassum siliquosum</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)
<i>Sargassum sineureum</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)
<i>Sargassum sp</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)
<i>Sargassum vulgare</i>	Protein, Vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat	Bahan Pangan, Obat-obatan, Kosmetik dan Tekstil	Kadi (2005)

Supriyono (2007) mengemukakan aktivitas antioksidan tertinggi dijumpai pada ekstrak *Sargassum crassifolium* dengan Faktor Protektif sebesar 19,32. Semua hasil fraksinasi jenis ini aktif dan yang terbesar yaitu pada fraksi air dengan Faktor Protektif 2,45. Menurut Kadi (2005), *Sargassum sp.* mengandung bahan alginat dan iodine yang digunakan pada industri makanan, farmasi, kosmetik dan tekstil. Selain itu juga, *Sargassum sp.* mengandung senyawa-senyawa aktif steroida, alkaloida, fenol, dan triterpenoid berfungsi sebagai antibakteri, antivirus, dan anti jamur (Kusumaningrum *et al.* 2007).

*Sargassum* memproduksi beberapa jenis senyawa sekunder, seperti florotanin (Keusgen dkk., 1997), steroid dan sterol (Faulkner, 1984). Menurut Hay dan Fenical (1988), florotanin mempunyai sifat antibakteri. Florotanin bersifat polar, sehingga larut dalam air dan bersifat tidak stabil (Glombitza Dan

Keusgen, 1995). Berdasarkan pada hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diduga bahwa senyawa aktif dalam ekstrak air dari *Sargassum* adalah florotanin (Izzati, 2007)

Surfaktan telah umum digunakan sebagai bahan pengemulsi karena dapat menurunkan tegangan antar permukaan. Kemampuan surfaktan untuk menurunkan tegangan permukaan bergantung pada gugus hidrofil yang suka air dan bagian hidrofob yang tidak suka air. Surfaktan telah banyak digunakan dalam industri makanan, farmasi, perminyakan, dan industri kimia lain. Saat ini sebagian besar surfaktan masih banyak diproduksi dari bahan turunan minyak bumi, yang mana bahan ini tergolong bahan tidak terbarukan. Produksi surfaktan dari alga merupakan produk ramah lingkungan karena bersumber dari bahan terbarukan. Salah satu jenis makro alga yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan surfaktan yaitu alga coklat (*Sargassum sp.*). Pada pembuatan

surfaktan dari alga coklat, diperoleh surfaktan Isopropil stearil alginat (ISA) berupa fase padat pada suhu ruang. Hasil uji fisis membuktikan bahwa penambahan surfaktan ke dalam campuran minyak mentah-air garam membentuk emulsi stabil sampai 5 bulan dengan dosis surfaktan hanya 0.25% atau 2500 ppm. Dari 3 jenis makroalga, daya emulsi surfaktan yang paling tinggi adalah alga coklat diikuti alga perang dan paling lemah adalah alga hijau. Hasil uji FTIR mengindikasikan terbentuknya ester sehingga dapat disimpulkan terbentuk surfaktan.

Alga coklat memiliki komponen utama yaitu alginat yang mempunyai gugus fungsional karboksilat (-COOH) dan hidroksil (-OH). Kedua Gugus fungsi inilah yang nantinya akan berperan dalam proses adsorpsi logam berat, salah satunya melalui proses pertukaran ion dan pembentukan senyawa kompleks (Park, *et al.*, 2005). Rodaldo *et al.*, (2013), Alga coklat merupakan biosorben yang dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam berat. Salah satu diantara alga coklat adalah *Sargassum crassifolium* yang memiliki kemampuan adsorpsi cukup baik, dikarenakan adanya gugus karboksilat. Gugus aktif yang terdapat dalam *Sargassum crassifolium* sangat dipengaruhi oleh pH, sehingga diperlukan teknik enkapsulasi. Enkapsulasi bertujuan untuk meningkatkan gugus aktif, kualitas sifat fisik maupun sifat kimia dari adsorben untuk proses adsorpsi. biomassa *S. crassifolium* mampu mengadsorpsi ion logam Cu pada pH=7 dengan  $q_e$  rata-rata 99,03 mg/g, waktu

kontak optimum adsorpsi adalah 20 menit dengan  $q_e$  rata-rata 41,43 mg/g, konsentrasi adsorpsi diperoleh pada konsentrasi 351,08 ppm dengan  $q_e$  rata-rata 254,16 mg/g dan  $q_{maks}$  ion Cu(II) adalah 0,75 mmol/g.

Kadar air dalam *Sargassum polycystum* pada pengeringan dengan menggunakan matahari, oven dan kering angin masih memenuhi standar kadar air pada rumput laut coklat yang kurang dari 32%. Kadar abu dalam *Sargassum polycystum* pada pengeringan yang berbeda masih memenuhi standar kadar abu pada rumput laut coklat yaitu sekitar 36%. (Masduqi *et al.*, 2014). Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan (Winarno, 1996). Tinggi rendahnya kadar abu yang terkandung dalam suatu bahan dapat dihubungkan dengan jumlah unsur mineral (Ratana-arporn dan Chirapart, 2006), sedangkan kandungan mineral rumput laut dapat dipengaruhi oleh proses pengolahan yang diberikan (Ruperez, 2002). Selain itu, kadar masing-masing komponen mineral ditentukan oleh spesies, faktor fisiologis, kondisi geografis dan frekuensi gelombang, serta jenis metode yang digunakan dalam proses mineralisasi.

Menurut penelitian Handayani (2004) rumput laut *Sargassum crassifolium* mengandung asam askorbat sebesar  $49,01 \pm 0,75$  mg/100 g. Berikut tabel lengkap kandungan nutrisi pada *Sargassum crassifolium*.

Tabel 2. Kadar Nutrisi Thalus *S. Crassifolium*

Jenis Nutrisi	Rata-Rata Kadar	Keterangan
Protein	5,19 ± 0,13	Berat Basah
Abu (mineral)	36,03 ± 0,34	Berat Kering
Ca (mg/100 g)	1540,66 ± 6,99	Berat Kering
Fe (mg/100 g)	132,65 ± 3,43	Berat Kering
P (mg/100 g)	474,03 ± 1,01	Berat Kering
Vitamin A (µg RE/100 g)	489,55 ± 8,4	Berat Kering
Asam Askorbat (mg E/100 g)	49,01 ± 0,75	Berat Kering
Kadar air (% b/b)	37,91 ± 0,34	Berat Kering
Lemak (% b/b)	1,63 ± 1,1	Berat Kering
pH	6,86 ± 0,05	Berat Kering
Warna	Kuning kecoklatan	Berat Kering
Ukuran Partikel	150 mesh	Berat Kering

Sumber: Handayani (2004).

Rumput laut jenis *Sargassum wighti* mengandung protein 6,396%, phenol 216,65, flavonoid 379,99, chlorophyll a 10,347, total chlorophyll 0,438, carotenoid 0,670, dan antibakteri (Seenivasan *et al.*, 2012). Lebih lanjut dikatakan bahwa *Sargassum sp* mengandung bahan aktif yang dapat digunakan sebagai antibakteri, antitumor dan antivirus.

Senyawa fenol, seperti flavonoid dapat dipengaruhi oleh temperatur dan radiasi. Peningkatan konsentrasi flavonoid seiring dengan penurunan suhu dan intensitas radiasi (Schmidt *et al.*, 2009). Vatai *et al.* (2009), menyatakan bahwa kandungan senyawa fenolik sangat sensitif, tidak stabil dan sangat rentan terhadap degradasi. Degradator paling utama adalah temperatur, kandungan oksigen dan cahaya. Pemanasan dengan meningkatnya suhu pengeringan akan menyebabkan kerusakan sebagian besar senyawa fenolik (Tuminah, 2004).

Penelitian-penelitian antiradikal bebas dari berbagai rumput laut dari genus *Sargassum* seperti *Sargassum micracanthum*, *Sargassum siliquastrum*, *Sargassum boveanum*, dan *Sargassum muticum*, telah dilakukan di negara-negara seperti Jepang, Korea, Iran, dan Perancis. Hasil penelitian menunjukkan semua ekstrak *Sargassum micracanthum*, *Sargassum siliquastrum*, *Sargassum boveanum*, dan *Sargassum muticum* dari berbagai pelarut memberikan peredaman absorbansi larutan DPPH di atas 50% atau bersifat sebagai antiradikal bebas (Iwashima, *et al.*, 2005; Cho, *et al.*, 2007; Zahra, *et al.*, 2007; Le Lann, *et al.*, 2008). Swantara *et al.*, (2012) aktivitas antiradikal bebas terhadap ekstrak kasar dari rumput laut *Sargassum ringgoldianum* menunjukkan hasil peredaman radikal bebas pada menit ke-5 sebesar 66,50% dan menit ke-60 sebesar 78,77%. Hasil penelitian lebih lanjut diperoleh Persentase peredaman radikal bebas dalam isolat aktif bersifat antiradikal bebas pada rumput laut *Sargassum ringgoldianum* sebesar 92,19%, aktivitas ini setara dengan 93,06% aktivitas peredaman radikal bebas vitamin E. Isolat aktif bersifat antiradikal bebas diduga mengandung enam senyawa yaitu: etil miristat, dibutil ftalat, etil palmitat, metil isostearat, dioktil ftalat, dan 3 $\beta$ -bromo-kolest-5-ena.

### **Aplikasi bahan aktif dari *Sargassum sp* pada bidang perikanan**

Makroalga memiliki potensi bahan aktif yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri maupun virus. Produksi bahan aktif dari metabolit sekunder rumput laut seperti *Sargassum sp* diharapkan dapat menjadi alternatif penanggulangan penyakit pada budidaya perikanan di Indonesia. Menurut Patra *et al.*, (2008) bahwa ekstrak metanol dari *Sargassum sp* menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Selain itu juga dapat berfungsi sebagai antimikrobal terhadap bakteri gram positif dan gram negatif seperti *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aerus*.

Hasil penelitian Izzati (2007) yang melakukan uji aktivitas antibakteri ekstrak beberapa rumput laut terhadap bakteri bakteri patogen pada udang windu diperoleh bahwa rumput laut *Sargassum sp* cocok/dapat dikembangkan untuk budidaya ganda dengan udang windu, karena ekstrak *Sargassum* aktif terhadap dua spesies bakteri *Vibrio* yang diuji (*Vibrio harveyi* dan *Vibrio parahaemolyticus*). Disamping itu, aktivitas ekstrak *Sargassum* lebih tinggi dengan ditunjukkan zona hambatannya yang lebih luas dibanding dengan ekstrak rumput laut lainnya (*Halimeda sp*; *Caulerpa racemosa*; *Padina sp*; dan *Gelidium sp.*).

Menurut Hayashi *et al.*, (2008), Fukoidan yang telah diisolasi dari beberapa jenis alga coklat dan terbukti memiliki komponen aktif antiviral, juga memiliki aktivitas anti-oksidan (Wang *et al.*, 2009). Pemberian fukoidan sebagai campuran pakan udang windu juga memperlihatkan aktivitas antiviral terhadap infeksi *white spot syndrome virus* (WSSV). Udang windu yang diberi pakan dengan campuran fukoidan memperlihatkan peningkatan kekebalan non spesifik (Balasubramanian *et al.*, 2008). Fukoidan yang diekstrak dari alga coklat golongan *Sargassum polycystum* juga memperlihatkan kemampuan untuk menghambat perkembangan *Vibrio harveyi* yang menginfeksi udang windu (Chotigeat *et al.*, 2007).

### **Kualitas perairan dan substrat dasar**

Hasil analisa parameter lingkungan meliputi kualitas air dan substrat dasar perairan

sebagai tempat hidup rumput laut, *Sargassum*

sp disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Kualitas perairan dan substrat dasar pada masing-masing stasiun pengamatan rumput laut *Sargassum* sp.

Parameter	TL1.0	TL1.25	TL1.50	TL2.0	TL2.25	TL2.50
Suhu (°C)	30.00	30.00	30.00	35.00	35.00	35.00
Salinitas (ppt)	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00
pH	8.90	8.80	8.90	8.70	8.80	8.40
Sangat kasar (%)	0.16	0.02	0.20	0.10	0.25	0.26
Kasar (%)	0.52	0.20	0.47	0.48	0.48	0.58
Halus (%)	0.32	0.78	0.33	0.41	0.27	0.16

Pertumbuhan dan penyebaran rumput laut seperti halnya biota perairan lainnya sangat dipengaruhi oleh toleransi fisiologi dari biota tersebut untuk beradaptasi terhadap faktor-faktor lingkungan, seperti substrat, salinitas, temperatur, intensitas cahaya, tekanan dan nutrisi. Secara umum, rumput laut dijumpai tumbuh di daerah perairan yang dangkal dengan kondisi dasar perairan berpasir, sedikit lumpur, atau campuran keduanya. Rumput laut memiliki sifat *benthic* (melekat) dan disebut juga *benthic algae*, dengan cara melekatkan talus pada substrat pasir, lumpur berpasir, karang, fragmen karang mati, kulit kerang, batu atau kayu. Rumput laut jenis *Sargassum* mampu tumbuh pada substrat batu karang di daerah berombak (Anggadiredja, 2006). Penyebaran spesies ini banyak terdapat di perairan Indonesia seperti Sumatera, Jawa, Kepulauan Seribu, Sulawesi, Lombok, dan Aru (Indriani dan Sumiarsih, 2001). Secara umum, alga coklat ditemukan tumbuh di daerah perairan yang dangkal intertidal dan sublitoral dengan kondisi dasar perairan berpasir, sedikit berlumpur, berbatu karang atau campuran (Tabel 3).

Menurut Kadi (2005), jenis *Sargassum* sp hidup di zona intertidal, subtidal, sampai daerah tubir dengan ombak besar dan deras. Menurut Atmadja (2012), habitat alga coklat tumbuh di perairan pada kedalaman 0.5–10 m ada arus dan ombak. Alga coklat hidup di daerah perairan yang jernih yang mempunyai substrat dasar batu karang dan dapat tumbuh subur pada daerah tropis.

Parameter fisika perairan menunjukkan bahwa temperatur pada semua stasiun menunjukkan nilai yang setara, yaitu berada pada suhu 30-35 °C, pH 8,4-8,9 dan salinitas

32 ppt (Tabel 3). Kisaran ini merupakan kisaran temperatur rata-rata perairan Indonesia (Anggadiredja dkk., 2006).. Kondisi perairan tempat tumbuhnya alga coklat pada setiap stasiun memiliki tingkat kecerahan 100%, kecepatan arus rata-rata adalah 70 cm/detik, kandungan nitrat dan pospat berada pada kisaran 1,5 ppm dan 2,1 ppm. *Sargassum* merupakan alga coklat yang mendominasi populasi alga coklat di perairan Sulawesi Selatan (Arma *et al.*, 2011).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan sebagai berikut spesies *Sargassum* sp. yang dikenal di Indonesia ada sekitar 12 spesies, yaitu : *S. duplicatum*, *S. histrix*, *S. echinocarpum*, *S. gracilimum*, *S. obtusifolium*, *S. binderi*, *S. polycystum*, *S. crassifolium*, *S. microphyllum*, *S. aquofilum*, *S. vulgare*, dan *S. Polyceratium* *Sargassum* sp. dapat dimanfaatkan sebagai antikolesterol, biofuel, biofertilizer, antibakteri, antitumor, antikanker, antifouling, antivirus dan krim kosmetik . Ekstrak *Sargassum* sp. juga berpotensi sebagai antioksidan dan sebagai bahan baku pembuatan surfaktan, aplikasi ekstrak *Sargassum* pada bidang perikanan dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio harveyi* yang merupakan penyebab penyakit kunang kunang yang paling berbahaya bagi udang windu

#### 5. REFERENSI

Ale, M. T., H. Maruyama, H. Tamauchi, J. D. Mikkelsen and A. S. Meyer. 2011. *Fucoidan from Sargassum sp. and Fucus*



- vesiculosus* Reduces Cell Viability of Lung Carcinoma and Melanoma Cells In Vitro and Activates Natural Killer Cells In Mice In Vivo. *International Journal of Biological Macromolecules*, 49 : 331-336.
- Anggadiredja, JT., A. Zatinika, H. Purwoto, S. Istini. 2006. Rumpit Laut. Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. Penebar Swadaya. Depok. 147 hal.
- Arma, N.A., M.I. Ilijas, Ardiansyah, dan Ridwan. 2009. Identifikasi Alga Coklat Dan Kandungan Bahan Aktif Fukoidan Di Perairan Pangkep Dan Selayar. Laporan Hasil Penelitian Politeknik Pertanian Negeri Pangkep. 11 hlm
- Aslan, L. M. 1991. Budidaya Rumpit Laut. Kanisius, Yogyakarta.
- Atmadja, W. S., A. Kadi, Sulistijo dan R. Satari. 1996. Pengenalan Jenis-Jenis Rumpit Laut Indonesia. Puslitbang Oseanologi LIPI, Jakarta.
- Bazes, A., A. Silkina, P. Douzenel, F. Faÿ, N. Kervarec, D. Morin, J. P. Berge and N. Bourgoignon. 2009. *Investigation of The Antifouling Constituents from The Brown Alga Sargassum muticum (Yendo) Fensholt*. *J. Appl. Phycol*, 21 : 395-403.
- Bhaigyabati, T., T. Kirithika, K. Shiny and K. Usha. 2011. *Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of Various Extracts of Sargassum muticum*. *International Journal Pharmaceutical Research and Development*, 3 (10) : 25-30.
- Budhiyanti, S. A., S. Raharjo, D. W. Marseno and I. Y. B. Lelana. 2012. *Antioxidant Activity of Brown Algae Sargassum Species Extract from The Coastline of Java Island*. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 7 (3) : 337-346.
- Chotigeat, W., Tongsupa, S., Supamataya, K., Phongdara, A. 2007. Effect of Fucoidan on Disease Resistance of Black Tiger Shrimp. *Aquaculture*. 233: 23-30
- Dawes, C. 1981. *Marine Botany*. John Wiley and Sons, Inc. Canada.
- Demirel, Z., F. F. Yilmaz-Koz, U. N. Karabay-Yavasoglu, G. Ozdemir and A. Sukatar. 2009. *Antimicrobial and Antioxidant Activity of Brown Algae from The Aegean Sea*. *Journal of Serbian Chemical Society*, 74 (6) : 619-628.
- Devi, K. N., T. T. A. Kumar, K. V. Dhaneesh, T. Marudhupandi and T. Balasubramanian. 2012. *Evaluation of Antibacterial and Antioxidant Properties from Brown Seaweed, Sargassum Wightii (Greville, 1848) Against Human Bacterial Pathogens*. *Academic Sciences*, 4 (3) : 143-149.
- Erulan, V., P. Soundarapandian, G. Thirumaran and G. Ananthan. 2009. *Studies on The Effect of Sargassum polycystum (C. Agardh, 1824) Extract on The Growth and Biochemical Composition of Cajanus cajan (L.) Mill sp.* *American-Eurasian J. Agricultural & Environment Science*, 6 (4) : 392-399.
- Faulkner D.J. (1984). Marine natural products. Metabolites of marine alge and herbivorous marin mollusk. *Nat. prod. Rep* 1: 256-260
- Firdaus, M., S. S. Karyono dan M. Astawan. 2009. *Penapisan Fitokimia dan Identifikasi Ekstrak Rumpit Laut Coklat (Sargassum duplicatum)*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati (Life Sciences)*, 21 : 1.
- Fujimoto K., 1985. Screening for Antioxigenic Compound in Marine Algae and Bromophenols as Effective Principles in Red Algae *Polysiphonia ulceolate*. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*, 51 (9), 1985, 1139-43.
- Glombitza K.W. dan M. Keusgen (1995): Fuhals and dehydroxyfuhals from the brown alga *Sargassum spinoligerum*. *Phytochemistry Vol 38: No 4: 987-995*.
- Habsah, M., Kamariah, B., Aisha, M. R. S., Julius, Y. F. S., Desy, F. S., Asnulizawati, A., and Faizah, S. 2011. *The Potential of Local Sargassum granuliferum Crude Extract as Antibacterial and Antifouling Properties*. In : *Proceedings of International Conference on Life Science, 11th-13th July 2011*. Universiti Malaysia Terengganu, Kuala Terengganu, Malaysia, pp. 721-726
- Hayashi, K., T. Nakano, M. Hashimoto, K. Kanekiyo, T. Hayashi. 2008. Defensive effects of a fucoidan from brown alga

- Undaria pinnatifida against herpes simplex virus infection. *International Immunopharmacology*. 8: 109-116.
- Herpandi. 2005. *Aktivitas Hipokolesterolemik Tepung Rumput Laut pada Tikus Hiperkolesterolemia*. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Izzati, M. 2007. Skreening Potensi Antibakteri pada Beberapa Spesies Rumput Laut terhadap Bakteri Patogen pada Udang Windu. *Jurnal BIOMA*, Vol. 9, No. 2, Hal. 62 - 67
- Kadi, A. 2005. Beberapa Catatan Kehadiran Marga *Sargassum* di Perairan Indonesia. *Oseana*, 30 (4) : 19-29.
- Kelman, D., E. K. Posner, K. J. McDermid, N. K. Tabandera, P. R. Wright and A. D. Wright. 2012. *Antioxidant Activity of Hawaiian Marine Algae*. *Marine Drugs*, 10 : 403-416.
- Keusgen M., M Falk., J.A. Walyrt, K.W.Glombitza (1997): A Phloroglucinol derivative from brown alga, *Sargassum spinuligerum*. *Journal of Chemical Ecology* Vol 22: No 10: 34-39.
- Khotimah, K., Darius dan B.B. Sasmito. 2013. Uji Aktivitas Senyawa Aktif Alga Coklat (*Sargassum fillipendulla*) Sebagai Antioksidan Pada Minyak Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*). *THPI Student Journal Universitas Brawijaya, Malang* , Volume. I No. 1 pp 10-20.
- Koivikko, R. 2008. *Brown Algal Phlorotannins Improving and Applying Chemical Methods*. Departement of Chemistry, University of Turku, Finlandia.
- Kusumaningrum I., B.H. Rini, H. Sri. 2007. Pengaruh Perasan *Sargassum crassifolium* dengan Konsentrasi yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max(L) Merrill*)15(2).
- Lenstra, W. J., J. W. van Hal and J. H. Reith. 2011. *Ocean Seaweed Biomass for Large Scale Biofuel Production*. The Ocean Seaweed Biomass, Conferences Bremerhaven, Germany.
- Mahreni dan R. Reningtyas. 2015. Pembuatan Surfaktan Di Alkil Karbohidrat dari Alga. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Yogyakarta, 18 Maret 2015. Hal B18, 1-7.
- Masduqi, A.F., M. Izzati, dan E. Prihastanti. 2014. Efek Metode Pengeringan Terhadap Kandungan Bahan Kimia Dalam Rumput Laut *Sargassum polycystum* *Buletin Anatomi dan Fisiologi* Volume XXII, Nomor 1, Maret 2014 Hal 1-9.
- Merdekawati, W., Susanto, A. B. dan Limantara, L. 2009. *Kandungan dan Aktivitas Antioksidan Klorofil a dan  $\beta$  Karoten Sargassum sp.* *Jurnal Kelautan Nasional*, 2 : 144-155.
- Park, D., Yun, Y.S. and Park, J.M., 2005, Chromium Biosorption by Thermally Treated Biomass of *The Brown Ecklonia sp.*, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 42: 8226-8232.
- Patra, J. K., Rath, S. K., and Jena, K. 2008. Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activity of Seaweed (*Sargassum sp.*) Extract: A Study on Inhibition of Glutathione-S-Transferase Activity. *Turkish Journal of Biology*. 32: 119-125.
- Poncomulyo, T., M. Herti dan K. Lusi. 2006. *Budi Daya dan Pengolahan Rumput Laut*. PT. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Prabowo, A., S.A. Budhiyanti, dan A. Husni. 2013. Ekstrak *Sargassum sp.* Sebagai Antioksidan dalam Sistem Emulsi Minyak Ikan Selama Penyimpanan Pada Suhu Kamar. *JPB Perikanan* Vol. 8 No. 1 Tahun 2013: 143–150
- Ratana-arporn P dan A. Chirapart. 2006. *Nutritional Evaluation of Tropical Green Seaweeds Caulerpa lentillifera and Ulva reticulata*. *Kasetsart J.* 40 : 75–83.
- Ronaldo., I.H. Silalahi, dan N. Wahyuni. 2013. Adsorpsi Ion Logam Cu(II) Menggunakan Biomassa Alga Coklat (*Sargassum crassifolium*) Yang Terenkapsulasi Aqua-Gel Silika. *JKK*, tahun 2013, volume 2 (3), halaman 148-152.
- Ruperez P. 2002. *Mineral Content of Edible Marine Seaweeds*. *Food Chemistry*. 79 : 23–26.

- Santoso, J., Yoshie-Stark, Y., and Suzuki, T. 2004. Antioxidant Activity of Methanol Extracts from Indonesian Seaweeds in an Oil Emulsion Model. *Fisheries Science*. 70: 183-188.
- Seenivasan, R., Rekha, M., Indu, H., dan Geetha, S. 2012. Antibacterial Activity and Phytochemical Analysis of Selected Seaweeds from Mandapam Coast, India. *Journ. of Applied Pharmaceutical Science*. 2(10):159-169.
- Sivagnanavelmurugan, M., T. Marudhupandi, A. Palavesam, G. Immanuel. 2012. *Antiviral Effect of Fucoïdan Extracted from Sargassum wightii, on Shrimp Penaeus monodon Postlarvae Against White Spot Syndrome Virus*. *Journal of World Aquaculture Society*. 43:697-706.
- Sivagnanavelmurugan, M., G.K.Ramnath, B.J. Taddaeus, Palavesam, A. & Immanuel, G. (2015) Effect of Sargassum wightii on shrimp Growth dan disease resistance to *Vibrio parahaemolyticus* in *Penaeus monodon* postlarvae. *Journal Aquaculture Nutrition* 2015, pp 1-10. doi: 10.1111/anu.12217.
- Schmidt S, M Zietz, M Schreiner, S Rohn, LW Kroh, A. Krumbein. 2009. Genotypic and Climatic Influences on the Concentration and Composition of Flavonoids in Kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*). *Food Chemistry*. 119 : 1293–1299.
- Supriyono, A., 2007. Aktivitas Antioksidan Beberapa Spesies Rumput Laut Dari Pulau Sumba. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* Vol. 9 No. 1 April 2007 Hlm. 34-38.
- Rachmat, R. 1999. *Kandungan dan Karakteristik Fisika Kimia Alginat dari Sargassum sp. yang Dikumpulkan dari Perairan Indonesia*. Laboratorium Produk Alam Laut, Puslitbang Oseanologi LIPI, Jakarta
- Tjitrosoepomo, G. 2001. *Taksonomi Tumbuhan : Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta dan Pteridophyta*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Vatai, T., M. Skerget, Z. Knez. 2009. *Extraction of Phenolic Compounds from Elder Berry and Different grape Marc Varieties Using Organic Solvents and/or Supercritical Carbondioxide*. *J. Food Eng.*
- Wang, J., Zhang, Q., Zhang, Z., Zhang, J., Li. P. (2009). Synthesized phosphorylated and aminated derivatives of fucoidan and their potential antioxidant activity in vitro. *International Journal of Biological Macromolecules*. 44:170-174.
- Widowati, I., A. B. Susanto, M. Puspita, V. Stiger-Pouvreau and N. Bourgoignon. 2013. *Potentiality of Using Spreading Sargassum Species from Jepara, Indonesia as an Interesting Source of Antibacterial and Antioxidant Compound : A Preliminary Study*. 21st International Seaweed Symposium. International Seaweed Association Council, Bali, pp. 118
- Winarno FG. 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Winberg, P., Ghosh, D., and Tapsell, L. 2009. *Seaweed Culture in Integrated (Multi-Trophic Aquaculture*. Rural Industries Research and Development Corporation. Australia.
- Yangthong, M., N. Hutadilok-Towatana, and W. Phromkunthong. 2009. *Antioxidant Activities of Four Edible Seaweeds from The Southern Coast of Thailand*. *Plant Foods Human Nutrition*, 64 : 218-223.
- Yoon, W. J., Y. M. ham, S. S. Kim, B. S. Yoo, J. Y. Moon, J. S. Baik, N. H. Lee and C. G. Hyun. 2009. *Suppression of Pro-inflammatory Cytokines, iNOS and COX-2 Expression by Brown Algae Sargassum micracanthum in RAW 264.7 Macrophages*. *EurAsian Journal of BioSciences*, 3 : 130-143.
- Zandi, K., S. Ahmadzadeh, S. Tajbakhsh, Z. Rastian, F. Yousefi, F. Farshadpour, K. Sartavi. 2010. *Anticancer Activity of Sargassum oligocystum Water Extract Against Human Cancer Cell Lines*. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 14 : 669-673.