

MENGENAL POTENSI RUMPUT LAUT :
KAJIAN PEMANFAATAN
SUMBER DAYA RUMPUT LAUT
DARI ASPEK INDUSTRI DAN KESEHATAN

Suparmi^{*}, Achmad Sahri^{}**

^{*}Dosen Bagian Biologi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung

^{**}Mahasiswa Program Studi Magister Manajemen Sumber Daya Pantai Universitas Diponegoro

Abstrak

Rumput laut atau lebih dikenal dengan sebutan *seaweed* merupakan salah satu sumber daya hayati yang sangat melimpah di perairan Indonesia. Keanekaragaman rumput laut di Indonesia merupakan yang terbesar dibandingkan dengan negara lain. Namun demikian, pemanfaatan rumput laut di Indonesia, terutama untuk keperluan industri dan kesehatan masih belum optimal. Review ini bermaksud memberikan informasi mengenai kajian pemanfaatan sumber daya rumput laut dari aspek industri dan kesehatan, sehingga diharapkan dapat menambah khasanah keanekaragaman makanan fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan dan memantapkan pemanfaatannya di bidang industri di Indonesia. Optimalisasi upaya penggalan potensi sumber daya rumput laut di Indonesia perlu dikembangkan dalam rangka mendukung upaya pemecahan persoalan bangsa ini khususnya menghadapi krisis ekonomi global dan meningkatnya kasus gizi buruk di Indonesia.

Kata Kunci: rumput laut, pemanfaatan, industri, kesehatan

PENDAHULUAN

Luas wilayah Indonesia sebagian besar, yaitu dua per tiganya merupakan wilayah perairan. *United Nation Convention on the Law of the Sea* (UNCLOS) pada tahun 1982 melaporkan bahwa luas perairan Indonesia adalah 5,8 juta km² dan didalamnya terdapat 27,2% dari seluruh spesies flora dan fauna di dunia. Rumput laut atau lebih dikenal dengan sebutan *seaweed* merupakan salah satu sumber daya hayati yang sangat melimpah di

perairan Indonesia yaitu sekitar 8,6% dari total biota di laut (Dahuri, 1998). Luas wilayah yang menjadi habitat rumput laut di Indonesia mencapai 1,2 juta hektar atau terbesar di dunia (Wawa, 2005). Potensi rumput laut perlu terus digali, mengingat tingginya keanekaragaman rumput laut di perairan Indonesia.

Van Bosse (melalui ekspedisi Laut Siboga pada tahun 1899-1900) melaporkan bahwa Indonesia memiliki kurang lebih 555 jenis dari 8.642 spesies rumput laut yang terdapat di dunia. Dengan kata lain, perairan Indonesia sebagai wilayah tropis memiliki sumberdaya plasma nutfah rumput laut sebesar 6,42% dari total biodiversitas rumput laut dunia (Santosa, 2003; Surono, 2004). Rumput laut dari kelas 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.

Pemanfaatan rumput laut secara ekonomis sudah dilakukan oleh beberapa negara. Cina dan Jepang sudah dimulai sejak tahun 1670 sebagai bahan obat-obatan, makanan tambahan, kosmetika, pakan ternak, dan pupuk organik. Rumput laut telah dimanfaatkan sebagai makanan sehari-hari bagi penduduk Jepang, Cina dan Korea, dan bahkan pada tahun 2005 nilai konsumsi rumput laut mencapai 2 milyar US\$. Ironisnya, di Indonesia, rumput laut hanya dibiarkan sebagai sampah lautan, mengapung, hanyut terbawa arus, ataupun terdampar di pinggir pantai (Yunizal, 1999). Pemanfaatan rumput laut di Indonesia sampai saat ini terbatas sebagai bahan makanan bagi penduduk yang tinggal di daerah pesisir dan belum banyak kalangan industri yang mau melirik potensi rumput laut ini.

Review potensi rumput laut ini bermaksud memberikan informasi mengenai kajian pemanfaatan sumber daya rumput laut dari aspek industri dan kesehatan, sehingga diharapkan dapat menambah khasanah keanekaragaman makanan fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan dan memantapkan pemanfaatannya di bidang industri di Indonesia. Optimalisasi upaya penggalan potensi sumber daya rumput laut di Indonesia perlu dipertimbangkan dalam rangka mendukung upaya pemecahan persoalan bangsa ini khususnya menghadapi krisis ekonomi global dan meningkatnya kasus gizi buruk di Indonesia.

DESKRIPSI RUMPUT LAUT

Rumput laut atau *seaweed* merupakan salah satu tumbuhan laut yang tergolong dalam makroalga benthik yang banyak hidup melekat di dasar perairan. Rumput laut merupakan ganggang yang hidup di laut dan tergolong dalam divisi *thallophyta*. Klasifikasi rumput laut berdasarkan kandungan pigmen terdiri dari 4 kelas, yaitu rumput laut hijau (*Chlorophyta*), rumput laut merah (*Rhodophyta*), rumput laut coklat (*Phaeophyta*) dan rumput laut pirang (*Chrysophyta*) sebagaimana disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Karakteristik dari rumput laut pada masing-masing kelas

Jenis Rumput laut	Pigmen	Zat penyusun dinding sel	Habitat
Hijau (<i>Chlorophyta</i>)	klorofil <i>a</i> , klorofil <i>b</i> dan karotenoid (siponaxantin, siponein, lutein, violaxantin, dan zeaxantin)	Selulosa	air asin; air tawar
Merah (<i>Rhodophyta</i>)	klorofil <i>a</i> , klorofil <i>d</i> dan pikobiliprotein (pikoeritrin dan pikosianin).	CaCO ₃ (kalsium karbonat), selulosa dan produk fotosintetik berupa karaginan, agar, fulcellaran dan porpiran	laut, sedikit di air tawar
Coklat (<i>Phaeophyta</i>)	klorofil <i>a</i> , klorofil <i>c</i> (<i>c</i> ₁ dan <i>c</i> ₂) dan karotenoid (fukoxantin, violaxantin, zeaxantin)	asam alginat	laut
Pirang (<i>Chrysophyta</i>)	karoten; xantofil	Silikon	laut; air tawar

Sumber: Kimball, 1992; Pelczar & Chan, 1986; Simpson, 2006

Rumput laut ini merupakan salah satu kelompok tumbuhan laut yang mempunyai sifat tidak bisa dibedakan antara bagian akar, batang, dan daun. Seluruh bagian tumbuhan disebut *thallus*, sehingga rumput laut tergolong tumbuhan tingkat rendah (Susanto&Mucktianty, 2002). Bentuk *thallus* rumput laut bermacam-macam, ada yang bulat seperti tabung, pipih, gepeng,

bulat seperti kantong, rambut, dan lain sebagainya. *Thallus* ini ada yang tersusun hanya oleh satu sel (uniseluler) atau banyak sel (multiseluler). Percabangan *thallus* ada yang *thallus dichotomus* (dua-dua terus menerus), *pinate* (dua-dua berlawanan sepanjang thallus utama), *pectinate* (berderet searah pada satu sisi thallus utama) dan ada juga yang sederhana tidak bercabang. Sifat substansi *thallus* juga beraneka ragam ada yang lunak seperti gelatin (*gelatinous*), keras diliputi atau mengandung zat kapur (*calcareous*), lunak bagaikan tulang rawan (*cartilagenous*), berserabut (*spongeous*) dan sebagainya dengan berbagai keanekaragaman warna (Soegiarto *et al.*, 1978). Morfologi *thallus* dari beberapa jenis rumput laut dapat dilihat pada **Gambar 1**.



(a)

(b)

(c)

Gambar 1. Morfologi beberapa jenis rumput laut yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan makanan a. *Padina australis* (Rumput Laut Coklat); b. *Gracilaria verrucosa* (Rumput Laut Merah); c. *Caulerpa* (Rumput Laut Hijau)

POTENSI RUMPUT LAUT DALAM BIDANG INDUSTRI

Rumput laut memiliki banyak peranan penting bagi manusia. Ilalqisny dan Widyartini (2000) melaporkan bahwa sejak tahun 2700 SM, rumput laut telah dimanfaatkan sebagai bahan pangan manusia. Perancis, Normandia, dan Inggris pada abad 17 mulai merintis pemanfaatan rumput laut untuk pembuatan gelas (Soegiarto *et al.*, 1978). Namun, pemanfaatan rumput laut secara ekonomis baru dimulai tahun 1670 di Cina dan Jepang, yaitu sebagai bahan obat-obatan, makanan tambahan, kosmetika, pakan ternak, dan pupuk organik. Pada tahun 2005 dilaporkan bahwa konsumsi rumput laut bagi masyarakat Cina, Jepang, dan Korea mencapai 2 milyar US \$. Setiap hari sekitar 168 spesies alga telah dikomersilkan, di Jepang, Cina, Taiwan, dan Korea, diantaranya *porphyra* (nori), *laminaria* (kombu),

undaria (wakame). *Porphyra* atau nori merupakan rumput laut yang adalah yang paling populer di Jepang (Steinman, 2006). Contoh makanan yang terbuat dari rumput laut terkenal di Jepang adalah Kombu. Kombu terbuat dari rumput laut jenis *Laminaria* sp yang termasuk golongan kelp (Anonim, 2006). Salah satu contoh kelp di Indonesia adalah *Sargassum* sp. Di berbagai belahan dunia, *Sargassum* sp merupakan jenis rumput laut di perairan tropis yang terkenal sebagai alginofit (penghasil alginat). Filipina, India dan Vietnam merupakan negara-negara yang mulai memanfaatkan rumput laut jenis ini.

Menurut Atmadja *et al.*, (1996) pada awal 1980 perkembangan permintaan rumput laut di dunia meningkat seiring dengan peningkatan pemakaian rumput laut untuk berbagai keperluan antara lain di bidang industri, makanan, tekstil, kertas, cat, kosmetika, dan farmasi (obat-obatan). Di Indonesia, pemanfaatan rumput laut untuk industri dimulai untuk industri agar-agar (*Gelidium* dan *Gracilaria*) kemudian untuk industri kerajinan (*Eucheuma*) serta untuk industri alginat (*Sargassum*). Data FAO tahun 2000 mengenai jumlah penggunaan alga untuk keperluan industri dunia disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah penggunaan alga untuk keperluan industri dunia

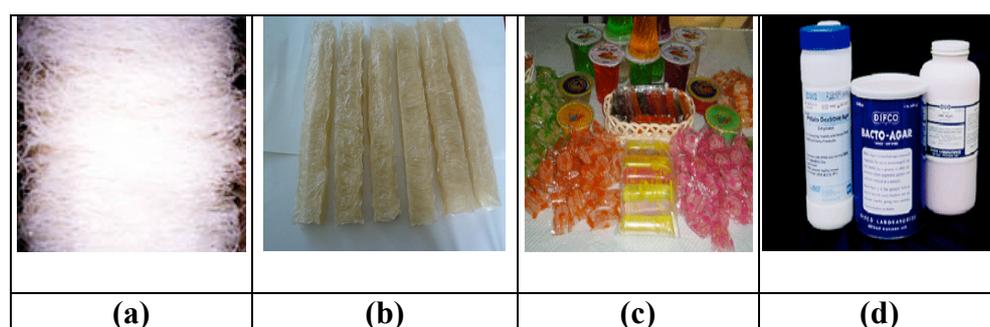
Produk	Nilai (10 ⁶ US\$)	Bahan Mentah		Produk	
		Juta ton	US\$ per juta ton	Juta ton	US\$ per juta ton
Karagenan	~270	400.000	600	~25.000	9.600
Alginat	~213	460.000	459	~23.000	9.174
Agar	~132	125.000	1056	~7.500	17.600
Bahan tambahan untuk tanah	~30	550.000	18	~510.000	20
Pupuk	~10	10.000	500	~1.000	500
Makanan	~10	50.000	100	~10.000	5.000
Pigmen, farmasi, dan bahan bioaktif	~3	3.000	?	~600	?
Jumlah	~665			~577.100	

Sumber: FAO 2000 dalam Pangestuti & Kusmita, 2007

KANDUNGAN RUMPUT LAUT YANG TELAH DIMANFAATKAN DALAM INDUSTRI

1. Agar

Agar merupakan produk utama yang dihasilkan dari rumput laut terutama dari kelas *Rhodopycea*, seperti *Gracilaria*, *Sargassum* dan *Gellidium*. Agar memiliki kemampuan membentuk lapisan gel atau film, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengemulsi (*emulsifier*), penstabil (*stabilizer*), pembentuk gel, pensuspensi, pelapis, dan inhibitor. Pemanfaatan agar dalam bidang industri antara lain: industri makanan dan minuman, farmasi, kosmetik, pakan ternak, keramik, cat, tekstil, kertas, fotografi. Dalam industri makanan, agar banyak dimanfaatkan pada industri es krim, keju, permen, jelly, dan susu coklat, serta pengalengan ikan dan daging. Agar juga banyak digunakan dalam bidang bioteknologi sebagai media pertumbuhan mikroba, jamur, *yeast*, dan mikroalga, serta rekombinasi DNA dan elektroforesis. Contoh produk agar dari *Gracilaria* disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2: Produk agar *Gracilaria* skala industri; A. Agar strips; B. Agar *Stick-Shape* C. Berbagai macam produk manisan dan minuman agar; D, Agar untuk media dalam bidang mikrobiologi

2. Pikokoloid

Pikokoloid merupakan golongan polisakarida yang dihasilkan melalui ekstraksi rumput laut. Pikokoloid mampu membentuk gel sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengental (*emulsifier*) dan stabilisator atau penstabil makanan (Raven *et al.*, 1986). Selain itu, pikokoloid juga dapat digunakan dalam industri farmasi dan kosmetika. Pikokoloid banyak dihasilkan rumput laut dari spesies alga merah. A

Pemanfaatan pikokoloid berkembang sejak tahun 1990-an dalam industri makanan, obat-obatan, dan industri-industri lainnya (Anonim, 1992). Pikokoloid dimanfaatkan dalam industri susu, roti, kue, es krim, permen, bumbu salad, selai, bir, pengalengan ikan, juga industri farmasi seperti suspensi, salep, dan tablet (Winarno, 1996). Pikokoloid juga digunakan sebagai penstabil susu kocok dan mencegah terbentuknya kristal es pada es krim (Burns, 1974). Pada beberapa cairan obat, pikokoloid digunakan untuk meningkatkan viskositas dan menjaga suspensi padatan dan bahan penstabil pasta (Chapman & Chapman, 1980).

3. Karagenan

Bahan mentah yang terpenting untuk produksi karagenan adalah *carrageenate* dan derivatnya (turunan) seperti *Chondrus crispus* dan berbagai macam species Gigartina, khususnya *Gigartina stellata* dan juga Eucheuma serta species Hypnea. Selain itu sumber bahan mentah lainnya adalah *Chondrococcus hornemannii*, *Halymenia venusta*, *Laurencia papillosa*, *Sarconema filiforme*, dan Endocladia, Gelidium tertentu, Gymnogongrus, Rhodoglossum, Risoella, Yatabella species dan Rumput laut Merah lainnya.

Karagenan sering kali digunakan dalam industri farmasi sebagai pengemulsi (sebagai contoh dalam emulsi minyak hati), sebagai larutan granulasi dan pengikat (sebagai contoh tablet, elexier, sirup, dll). Disebutkan bahwa depolimerisasi yang tinggi dari jota-karagenan digunakan sebagai obat dalam terapi gastrik yang bernanah, yang mungkin tidak mempunyai efek fisiologis sampingan. Karagenan digunakan juga dalam industri kosmetika sebagai stabiliser, suspensi, dan pelarut. Produk kosmetik yang sering menggunakan adalah salep, krem, lotion, pasta gigi, tonic rambut, stabilizer sabun, minyak pelindung sinar matahari, dan lainnya. Karagenan juga digunakan dalam industri kulit, kertas, tekstil, dan sebagainya.

RUMPUT LAUT SEBAGAI BAHAN BIODIESEL

Pemanfaatan alga sebagai biodiesel sebetulnya menjawab pertentangan dua kutub dalam memanfaatkan biodisel yang berasal dari tanaman daratan, yaitu kutub yang berorientasi pada penggunaan lahan untuk pangan dan kutub yang cenderung mengkonversi lahan untuk bahan baku biodiesel dari tanaman sebagai energi terbarukan. Keberadaan rumput laut sebagai sumber energi alternatif tidak akan mengganggu pemanfaatan

lahan daratan. Kegunaan rumput laut sangat luas, dan dekat sekali dengan kehidupan manusia.

Saat ini sumber energi dunia masih didominasi oleh sumber yang tidak terbarukan (minyak, batubara, dan gas), yakni sekitar 80,1%, dimana masing-masing adalah minyak sebesar 35,03%, batubara sebanyak 24,59% dan gas 20,44%. Sumber energi terbarukan, tapi mengandung risiko tinggi adalah energi nuklir sekitar 6,3%. Sumber energi yang terbarukan baru sekitar 13,6%, terutama biomassa tradisional sekitar 8,5%. Yang tergolong terbarukan disini termasuk tenaga surya, angin, tenaga air, panas bumi dan bio-energi. Keuntungan penerapan bionergi sudah jelas, yakni: (1) terbarukan dan berkelanjutan, (2) bersih dan efisien, (3) netral dari unsur karbon, malah bisa berdampak negatif terhadap karbon, (4) dapat menggantikan bahan bakar minyak untuk transportasi, (5) mengurangi pemanasan global (global warning) dan pencemaran udara, pencemaran air, dan (6) menjawab ketergantungan pada energi yang tak terbarukan (Zulham, 2008).

PEMANFAATAN RUMPUT LAUT DALAM BIDANG KESEHATAN

Kandungan nutrisi dalam rumput laut merupakan dasar pemanfaatan rumput laut di bidang kesehatan. Nutrisi yang terkandung dalam rumput laut antara lain:

1. Polisakarida dan Serat

Rumput laut mengandung sejumlah besar polisakarida. Polisakarida tersebut antara lain alginat dari rumput laut coklat, karagenan dan agar dari rumput laut merah dan beberapa polisakarida minor lainnya yang ditemukan pada rumput laut hijau (Anggadiredja *et al*, 2002). Kebanyakan dari polisakarida tersebut bila bertemu dengan bakteri di dalam usus manusia, tidak dicerna oleh manusia, sehingga dapat berfungsi sebagai serat. Kandungan serat rumput laut dapat mencapai 30-40% berat kering dengan persentase lebih besar pada serat larut air. Kandungan serat larut air rumput laut jauh lebih tinggi dibanding dengan tumbuhan daratan yang hanya mencapai sekitar 15% berat kering (Burtin, 2003).

Kandungan polisakarida yang terdapat di dalam rumput laut berperan dalam menurunkan kadar lipid di dalam darah dan tingkat kolesterol serta memperlancar sistem pencernaan makanan. Komponen polisakarida dan serat juga mengatur asupan gula di dalam tubuh, sehingga mampu mengendalikan tubuh dari penyakit diabetes. Beberapa polisakarida rumput laut seperti fukoidan juga menunjukkan beberapa aktivitas biologis lain

yang sangat penting bagi dunia kesehatan. Aktivitas tersebut seperti antitrombotik, antikoagulan, antikanker, antiproliferatif (antipembelahan sel secara tak terkendali), antivirus, dan antiinflamatori (antiperadangan) (Burtin, 2003; Shiratori *et al*, 2005).

2. Mineral

Kandungan mineral rumput laut tidak tertandingi oleh sayuran yang berasal dari darat. Fraksi mineral dari beberapa rumput laut mencapai lebih dari 36% berat kering. Dua mineral utama yang terkandung pada sebagian besar rumput laut adalah iodin dan kalsium (Fitton, 2005). *Laminaria sp.*, rumput laut jenis coklat merupakan sumber utama iodin karena kandungannya mampu mencapai 1500 sampai 8000 ppm berat kering. Rumput laut juga merupakan sumber kalsium yang sangat penting. Kandungan kalsium dalam rumput laut dapat mencapai 7% dari berat kering dan 25-34% dari rumput laut yang mengandung kapur (Ramazanov, 2006).

Kandungan mineral seperti yang telah disebutkan di atas memberikan efek yang sangat baik bagi kesehatan. Iodin misalnya, secara tradisional telah digunakan untuk mengobati penyakit gondok. Iodin mampu mengendalikan hormon tiroid, yaitu hormon yang berperan dalam pembentukan gondok. Mereka yang telah membiasakan diri mengonsumsi rumput laut terbukti terhindar dari penyakit gondok karena kandungan iodin yang tinggi di dalam rumput laut. Kandungan mineral lain yang juga tak kalah penting adalah kalsium. Konsumsi rumput laut sangat berguna bagi ibu yang sedang hamil, para remaja, dan orang lanjut usia yang kemungkinan dapat terkena risiko kekurangan (defisiensi) kalsium (Fitton, 2005).

3. Protein

Kandungan protein rumput laut coklat secara umum lebih kecil dibanding rumput laut hijau dan merah. Pada rumput laut jenis coklat, protein yang terkandung di dalamnya berkisar 5-15% dari berat kering, sedangkan pada rumput laut hijau dan merah berkisar 10-30% dari berat kering. Beberapa rumput laut merah, seperti *Palmaria palmate* (dulse) dan *Porphyra tenera* (nori), kandungan protein mampu mencapai 35-47% dari berat kering (Mohd Hani Norziah *et al*, 2000). Kadar ini lebih besar bila dibandingkan dengan kandungan protein yang ada di sayuran yang kaya protein seperti kacang kedelai yang mempunyai kandungan protein sekitar 35% berat kering (Almatsier, 2005).

4. Lipid dan asam lemak

Lipid dan asam lemak merupakan nutrisi rumput laut dalam jumlah yang kecil. Kandungan lipid hanya berkisar 1-5% dari berat kering dan komposisi asam lemak omega 3 dan omega 6 (Burtin, 2003). Asam lemak omega 3 dan 6 berperan penting dalam mencegah berbagai penyakit seperti penyempitan pembuluh darah, penyakit tulang, dan diabetes (Almatsier, 2005). Asam alfa linoleat (omega 3) banyak terkandung dalam rumput laut hijau, sedangkan rumput laut merah dan coklat banyak mengandung asam lemak dengan 20 atom karbon seperti asam eikosapentanoat dan asam arakidonat (Burtin, 2005). Kedua asam lemak tersebut berperan dalam mencegah inflamatori (peradangan) dan penyempitan pembuluh darah. Hasil penelitian membuktikan bahwa ekstrak lipid beberapa rumput laut memiliki aktivitas antioksidan dan efek sinergisme terhadap tokoferol (senyawa antioksidan yang sudah banyak digunakan) (Anggadiredja *et al.*, 1997; Shanab, 2007).

5. Vitamin

Rumput laut dapat dijadikan salah satu sumber Vitamin B, yaitu vitamin B12 yang secara khusus bermanfaat untuk pengobatan atau penundaan efek penuaan (*antiaging*), *Chronic Fatigue Syndrome (CFS)*, dan anemia (Almatsier, 2005). Selain vitamin B, rumput laut juga menyediakan sumber vitamin C yang sangat bermanfaat untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh, meningkatkan aktivitas penyerapan usus terhadap zat besi, pengendalian pembentukan jaringan dan matriks tulang, dan juga berperan sebagai antioksidan dalam penangkapan radikal bebas dan regenerasi vitamin E (Soo-Jin Heo *et al.*, 2005). Kadar vitamin C dapat mencapai 500-3000 mg/kg berat kering dari rumput laut hijau dan coklat, 100-800 mg/kg pada rumput laut merah. Vitamin E yang berperan sebagai antioksidan juga terkandung dalam rumput laut. Vitamin E mampu menghambat oksidasi *Low Density Lipoprotein (LDL)* atau kolesterol buruk yang dapat memicu penyakit jantung koroner (Ramazanov, 2005). Ketersediaan vitamin E di dalam rumput laut coklat lebih tinggi dibanding rumput laut hijau dan merah. Hal ini dikarenakan rumput laut coklat mengandung α , β , dan γ -tokoferol, sedangkan rumput laut hijau dan merah hanya mengandung α - tokoferol (Fitton, 2005). Di antara rumput laut coklat, kadar paling tinggi yang telah diteliti adalah pada *Fucuceae*, *Ascophyllum* dan *Fucus sp* yang mengandung sekitar 200-600 mg tokoferol/kg berat kering (Ramazanov, 2006).

6. Polifenol

Polifenol rumput laut dikenal sebagai florotanin, memiliki sifat yang khas dibandingkan dengan polifenol yang ada dalam tumbuhan darat. Polifenol dari tumbuhan darat berasal dari asam galat, sedangkan polifenol rumput laut berasal dari floroglusinol (*1,3,5-trihydroxybenzine*). Kandungan tertinggi florotanin ditemukan dalam rumput laut coklat, yaitu mencapai 5-15% dari berat keringnya (Fitton, 2005).

Polifenol dalam rumput laut memiliki aktivitas antioksidan, sehingga mampu mencegah berbagai penyakit degeneratif maupun penyakit karena tekanan oksidatif, di antaranya kanker, penuaan, dan penyempitan pembuluh darah. Aktivitas antioksidan polifenol dari ekstrak rumput laut tersebut telah banyak dibuktikan melalui uji *in vitro* sehingga tentunya kemampuan antioksidannya sudah tidak diragukan lagi (Soo-Jin Heo *et al*, 2005; Shanab, 2007). Selain itu, polifenol jugaterbukti memiliki aktivitas antibakteri, sehingga dapat dijadikan alternatif bahan antibiotik. Salah satunya terbukti bahwa rumput laut mampu melawan bakteri *Helicobacter pylori*, penyebab penyakit kulit (John dan Ashok, 1986; Fitton, 2005).

RUMPUT LAUT SEBAGAI SUMBER BIOPIGMENT

Eksplorasi sumber alternatif biopigmen selain dari tumbuhan dan makroorganisme lain perlu terus diupayakan, mengingat pigmen memiliki berbagai macam bioaktivitas yang menguntungkan bagi manusia. Pigmen karotenoid dan klorofil telah disadari sebagai senyawa bahan alam yang dikenal sebagai pigmen kehidupan. Pigmen tersebut banyak dimanfaatkan pada berbagai bidang, di antaranya pada industri makanan dan minuman, obat-obatan, sensitizer sel surya, dan bioinsektisida (Rahayu dan Limantara, 2005; Limantara, 2007). Eksplorasi potensi rumput laut sebagai sumber biopigmen alternatif, diharapkan dapat menambah khasanah keanekaragaman pigmen yang telah ada.

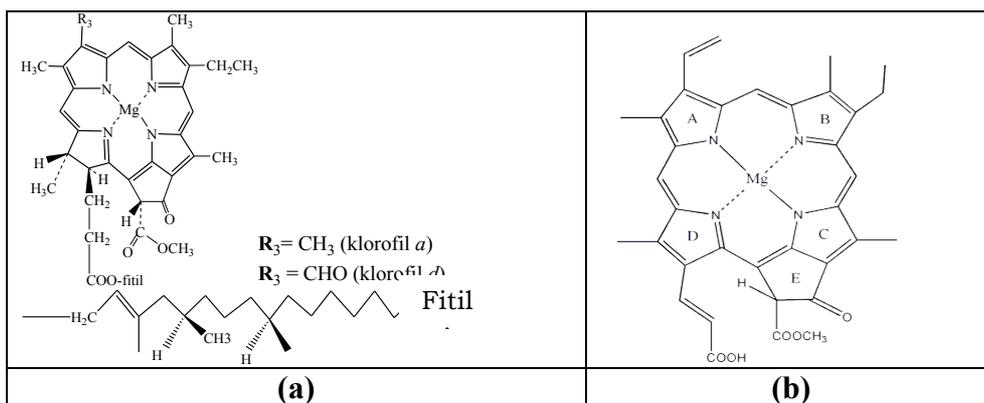
Warna thallus rumput laut yang berbeda-beda sebagai salah satu ciri morfologinya, diduga merupakan manifestasi dari pigmen yang disintesis oleh rumput laut. Agen pemberi warna rumput laut tersebut merupakan pigmen, seperti klorofil dan karotenoid, serta beberapa pigmen unik lainnya.

1. Klorofil

Klorofil merupakan pigmen utama yang berperan dalam proses fotosintesis dengan menyerap dan menggunakan energi cahaya matahari

untuk mensintesis oksigen dan karbohidrat yang dibutuhkan sebagai nutrisi alga. Klorofil merupakan pigmen pembawa warna hijau. Struktur dasar klorofil adalah porpirin, dimana atom nitrogen pada keempat cincin pirol dalam makrosiklik membentuk ikatan kovalen dengan ion Mg^{2+} yang merupakan pusat dari molekul klorofil (Gross 1991; Scheer 2006).

Klorofil *a* merupakan pigmen utama yang terdapat pada hampir semua organisme fotosintetik oksigenik, terletak pada pusat reaksi dan bagian tengah antena. Klorofil *a* merupakan pigmen utama yang bertanggung jawab terhadap proses fotosintesis. Oleh karena itu, pigmen ini menjadi penting bagi pertahanan hidup rumput laut atau untuk berkompetisi dengan organisme lain dalam sebuah habitat tertentu (Gross, 1991; Hegazi *et al.*, 1998; Pepe *et al.*, 2001). Keberadaan klorofil *a* pada rumput laut dilengkapi dengan pigmen pendukung (aksesori) yaitu klorofil *b*, *c*, atau *d* dan karotenoid yang berfungsi melindungi klorofil *a* dari foto-oksidasi (Atmadja *et al.*, 1996; Green dan Durnford, 1996). Struktur kimia dari beberapa jenis klorofil tersaji pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Struktur kimia: (a) klorofil *a* dan *d*; (b) klorofil *c1* (Scheer, 2006).

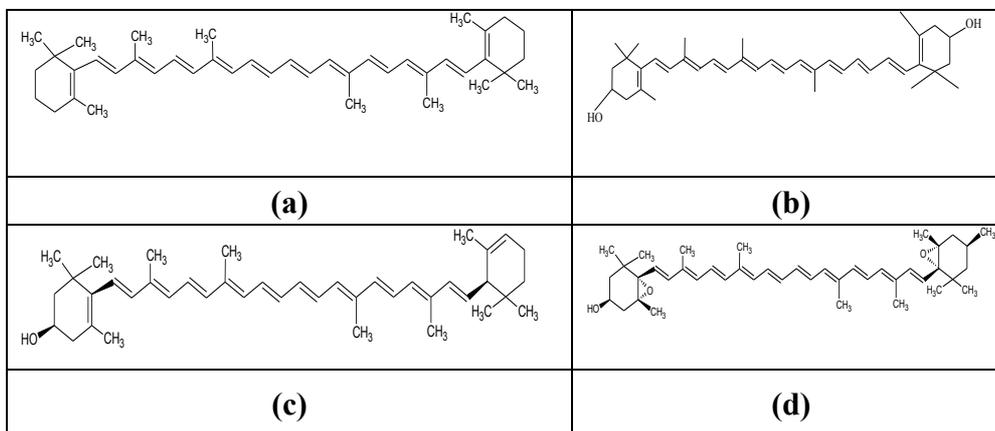
Klorofil tidak hanya penting bagi pertumbuhan rumput laut. Klorofil yang dihasilkan rumput laut berpotensi memiliki bioaktivitas sebagaimana klorofil yang diperoleh dari tanaman, sebagaimana disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Potensi Bioaktivitas Pigmen Klorofil dalam Beberapa Bidang Kajian (Suparmi *et al.*, 2007)

Bidang Kajian	Potensi Bioaktivitas
Industri makanan dan minuman	bahan pewarna alami
Kesehatan	anti anemia, anti proteolitik, antibakteri, antioksidan, meningkatkan immunitas, menstabilkan tekanan darah, pengganti sel-sel yang rusak, memperbaiki fungsi hati, menyembuhkan luka, merangsang fibroblas, menghilangkan bau badan, sensitizer dalam terapi kanker fotodinamika (PDT)
Pertanian	Bioinsektisida ramah lingkungan, fototoksin khususnya terhadap larva nyamuk

2. Karotenoid

Selain klorofil pigmen lain yang membantu tanaman melakukan fotosintesis adalah karotenoid. Karotenoid merupakan pigmen aksesori yang berfungsi menangkap energi cahaya pada panjang gelombang yang tidak dapat ditangkap klorofil untuk ditransfer ke klorofil, kemudian digunakan dalam proses fotosintesis. Rumput laut coklat sangat potensial mengandung karotenoid khususnya fucoxanthin, β -karoten, violaxanthin (Haugan dan Liaen, 1994). Sedangkan karotenoid utama yang terdapat di dalam rumput laut merah adalah β -karoten, α -karoten, zeaxanthin, dan lutein (Bronland, 1976). Karotenoid yang terdapat dalam rumput laut hijau mirip dengan karotenoid yang terdapat pada tumbuhan daratan, yaitu β -karoten, lutein, violaxanthin, antheraxanthin, zeaxanthin, dan neoxanthin (Fitton, 2005). Struktur kimia beberapa jenis karotenoid yang ditemukan pada rumput laut disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Struktur kimia karotenoid pada alga merah *Gracilaria* sp.: (a) β -karoten; (b) *zeaxanthin*; (c) *lutein*; dan (d) *violaxanthin* (Gross, 1996).

Karotenoid dari rumput laut berpotensi memiliki bioaktivitas yang bermanfaat bagi manusia, sebagaimana disajikan pada antiobesitas (kegemukan) a **Tabel 4**.

Tabel 4. Potensi Bioaktivitas Beberapa Jenis Pigmen Karotenoid dalam Beberapa Bidang Aplikasi

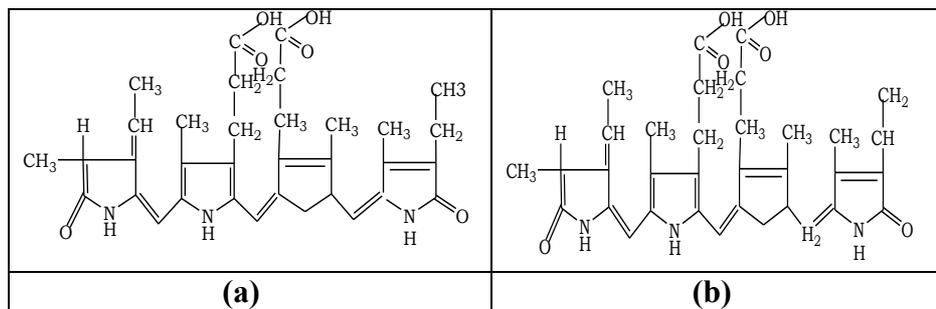
Jenis Karotenoid	Bidang Aplikasi	Potensi Bioaktivitas	Referensi
α - β - γ -karoten	Kesehatan	prekursor vitamin A, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, antioksidan penurunan risiko penyakit penyempitan pembuluh darah, kanker, dan penyakit yang berhubungan dengan tekanan oksidatif	Britton <i>et al.</i> , 1995; Gross, 1991; (Nomura <i>et al.</i> , 1997; Yan <i>et al.</i> , 1999)
Astaxanthin dan zeaxanthin	Akuakultur, farmasi, dan industri makanan	Bahan pewarna alami	Miki, 1991 Miki, <i>et al.</i> , 1996; Yan <i>et al.</i> , 1999

Fucoxanthin	Farmakologi	Obat dan suplemen, Antioksidan, antiobesitas (pelangsing), antidiabetes, menyehatkan jantung, menghambat pertumbuhan sel kanker usus, kanker prostat, dan menyebabkan kematian sel leukimia HL-60, anti-inflamatori.	Trilaksani, 2003; Maeda, 2005; Nomura <i>et al.</i> , 1997
-------------	-------------	--	--

3. Fikobilin atau Biliprotein

Fikobiliprotein merupakan bagian dari fikobilisom yang berperan sebagai antenna untuk menangkap cahaya dalam proses fotosintesis, yang khusus terdapat pada rumput laut merah (*Rhodophyceae*). Fikobiliprotein ini mengandung 3 komponen yaitu fikosianin, allofikosianin, dan fikoeritrin.

Fikoeritrin berperan dalam absorpsi cahaya biru/hijau dan berperan menampakkan warna merah pada *Gracilaria* sp. Fikosianin merupakan produk intraseluler berupa pigmen yang memiliki kromofor tetrapirrol terbuka (fikobilin), serta berperan penting dalam fotosintesis sebagai pigmen penerima cahaya, terutama pada fotosistem II (PSII) dalam fikobilisom sel rumput laut. Pigmen ini menampilkan warna hijau atau biru muda pada *Gracilaria* sp. (Sasaki *et al.*, 1995). Struktur kimia dan spektra absorpsi dari fikoeritrin dan fikosianin disajikan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Struktur kimia dari pigmen: (a). Fikosianin, (b). Fikoeritrin.

Keberadaan pigmen fikoeritrin dan fikosianin dalam rumput laut menyebabkan rumput laut mampu bertahan hidup pada kondisi dengan cahaya rendah, seperti di laut dalam (intensitas cahaya 0,1% lebih rendah

dibandingkan dipermukaan). Henrikson (2000) melaporkan bahwa fikoeritrin merupakan prekursor dalam biosintesis klorofil pada rumput laut merah. Selain itu, bioaktivitas kedua pigmen tersebut telah dimanfaatkan oleh manusia baik dalam bidang kesehatan maupun industri, bahkan harga kedua pigmen tersebut mencapai 8 ribu - 40 ribu dolar AS per gramnya. Potensi fikoeritrin dan fikosianin dalam berbagai bidang industri dan kesehatan disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Potensi Bioaktivitas Pigmen Fikoeritrin dan Fikosianin Rumput Laut Merah dalam Beberapa Bidang Aplikasi (Romay *et al.* 2000; Suhartono & Angka 2000)

Jenis Pigmen	Bidang Aplikasi	Potensi Bioaktivitas
Fikoeritrin	Kesehatan	Mencegah kanker dan HIV
	Farmasi, kosmetik, dan industri makanan	Bahan pewarna alami
Fikosianin	Kesehatan	Prekursor hemoglobin, meningkatkan kekebalan tubuh, antikanker, antioksidan, anti radang, antiinflamatori, antiobesitas, neuroprotekti
	Farmasi, kosmetik, dan industri makanan	Bahan pewarna alami

PROSPEK PENGEMBANGAN RUMPUT LAUT DI INDONESIA

Salah satu penyebab keprihatinan dalam pembangunan sektor kelautan adalah belum optimalnya pemanfaatan potensi kelautan (yang salah satunya adalah rumput laut). Realisasi pemanfaatan rumput laut baik yang dipanen liar maupun budidaya masih jauh dari potensi lestari yang ada, dan masih jauh berada dibawah negara-negara tetangga yang kondisi dan potensi rumput lautnya lebih kecil dari Indonesia. Sebagai contoh adalah Filipina, walau hanya memiliki garis pantai sepanjang 36.289 km, terbukti Filipina mampu menjadi negara pengeksportir rumput laut terbesar di dunia. Dilaporkan dalam Manila Times, bahwa sebenarnya Filipina memiliki kekhawatiran jika Indonesia menjadi eksportir terbesar di dunia (Anonim,

2006). Hal ini sangat beralasan, karena Indonesia memiliki kekuatan dan potensi untuk bersaing dengan Filipina. Secara de facto, Indonesia memiliki lautan, pantai dan keanekaragaman rumput laut yang lebih besar dari Filipina.

Walaupun telah dikarunai lautan dengan potensi keanekaragaman yang tinggi, tenaga kerja melimpah, namun mengapa hingga saat ini bangsa Indonesia belum tergugah untuk menggali rumput laut, padahal rumput laut dengan segenap produk hilirnya bila dimanfaatkan dengan benar mampu menghasilkan 8 miliar dolar AS pertahun atau kurang lebih 2 miliar lebih besar dari keseluruhan ekspor tekstil kita per tahun. Menurut Dahuri (2005) baik dalam program jangka pendek maupun panjang, rumput laut khususnya bidang bioteknologi rumput laut termasuk sektor ekonomi kelautan yang layak dikembangkan untuk memecahkan berbagai persoalan bangsa.

PENUTUP

Seperti yang telah diketahui bersama bahwa rumput laut merupakan sumber daya yang berpotensi untuk dimanfaatkan di berbagai aspek kehidupan, termasuk aspek kesehatan dan industri. Tentunya setelah mengetahui manfaat rumput laut dalam aspek industri dan kesehatan, masyarakat akan semakin terbuka pikirannya untuk mengembangkan potensi rumput laut ini. Akan sangat disayangkan, Indonesia yang memiliki kekayaan laut yang melimpah dan bermanfaat bagi kesehatan namun masyarakatnya hidup tidak sehat dan miskin karena tidak mengetahui pemanfaatan sumber kekayaan itu.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, Sunita. 2005. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Anggadiredja, J. T., A. Zalnika, H. Purwoto dan S. Istini. 2006. **Rumput Laut**. Cetakan I. Jakarta : Penerbit Swadaya
- Anonim. 1992. **Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut**. Penebar Swadaya. Jakarta. 99 Hlm.
- Anonim, 2006.
<http://www.manilatimes.net/national/2005/oct/03/yehey/business/20051003bus11.html> (24 November 2006).
- Atmadja, W.S., Kadi, A., Sulistijo & Rachmaniar. 1996. **Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia**. PUSLITBANG Oseanologi. LIPI, Jakarta. Hlm.56-152.
- Bronland, Terje. 1976. **Carotenoid in Red Algae**. *Phytochemistry* 15: 291-296.
- Britton, G., Liaaen-Jensen, S., and Pfander, H. 1995. **Carotenoids Volume 1B: Spectroscopy**. Birkhäuser Verlag. Basel. Boston. Berlin.
- Burns, G. W. 1974. **The Plant Kingdom**. Macmillan Publishing Co, Inc. New York. 540 p.
- Burtin, Patricia. 2003. **Nutritional Value of Seaweeds**. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* 2(4): 498-503.
- Chapman, V, J dan Chapman, D, J. 1980. **Seaweeds and Their Uses**. Third Edition. Chapman and Hall. 333 pp.
- Dahuri, Rokhmin. 1998. **Coastal Zone Management in Indonesia: Issues and Approaches**. *Journal of Coastal Development* 1, No. 2. 97-112.
- Dahuri, Rokhmin. 2005. **Potensi Ekonomi Kelautan**. Republika. 13 Desember 2005.
- Fitton, Helen. 2005. **Marine Algae and Health: A Review of The Scientific and Historical Literature**.
- Fitton, Helen. 2005. **Marine Algae and Health : A Review of The Scientific and Historical Literature**.
- Gross, J. 1991. **Pigments in vegetables. Chlorophylls and carotenoids**. An avi Book. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Hegazi, M.M., Ruzafa, A.P., Almela, L., & Candela, M.E. 1998. **Separation and identification of chlorophylls and carotenoids from *Caulerpa prolifera*, *Jania rubens* and *Padina pavonica* by**

- reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* 829 : 153-159.
- Hosokawa, M., Masahiro Kudo, Hayato Maeda, Hiroyuki Kohno, Takuji Tanaka, dan Kazuo Miyashita. 2004. **Fucoxanthin induces apoptosis and enhances the antiproliferative effect of the PPAR γ ligand, troglitazone, on colon cancer cells.** *Biochimica et Biophysica Acta* 1675: 113– 119.
- Ilalqisny, I dan Widyartini. 2000. **Makroalga.** Fakultas Biologi Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto. 153 Hlm.
- John A. Findlay and Ashok D. Patil . 1986. **Antibacterial constituents of the red alga *Cystoclonium purpureum*.** *Phytochemistry* 25 (2): 548-550.
- Kimball, J.W. 1992. **Biologi** Jilid 3, Edisi kelima. Terjemahan Soetarmi T. dan Nawangsari S. Erlangga. Jakarta.
- Limantara, L. 2004. **Menambang Klorofil, Si Emas Hijau.** *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Matematika dalam Industri, FSM-UKSW.*
- Limantara, L. 2007. **Klorofil: Pigmen kehidupan.** *BioS*, Vol. 1, No.1, hal. 2-10.
- Maeda, Hayato., Masashi H., Tokutake S., Katsura F., dan Kazuo M. 2005. **Fucoxanthin from edible seaweed, *Undaria pinnatifida*, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipos tissues.** *Biochemical and Biophysical Research Communications* 332: 392-397.
- Mohd Hani Norziah, Chio Yen Ching. 2000. **Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*.** *Food Chemistry* 68: 69-76.
- Miki, V. 1991. **Biological functions and activities of animal carotenoids.** *Pure&Appl. Chem.*, Vol. 63, No. 1, p. 141-146.
- Miki, W., Otaki, N., Yokoyama, A., and Kusumi , T. 1996. **Possible origin of zeaxanthin in the marine sponge, *Reniera japonica*.** Abstract. *Cellular and Molecular Life Sciences*, Vol. 52, No. 1 / January, 1996. www.springerlink.com. [12 Desember 2007].
- Nara, E. K., Akira Asai, dan Akihiko Nagao. 2005^a. **Neoxanthin and fucoxanthin induce apoptosis in PC-3 human prostate cancer cells.** *Cancer Letters* 220: 75-84.
- Nara, E. K., Masaru Terasaki, dan Akihiko Nagao. 2005^b. **Characterization of apoptosis induced by fucoxanthin in human promyelocytic leukemia cells.** *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 69(1): 224-227.

- Nara, E. K., Masayo Kushi, Hong Zhang, Tatsuya Sugawara, Kazuo Miyashita, dan Akihiko Nagao. 2001. **Carotenoids affect proliferation of human prostate cancer cells.** *Journal of Nutrition* 3303-3306.
- Nomura T, Kikuchi M, Kubodera A, Kawakami Y. 1997. **Proton-donative antioxidant activity of fucoxanthin with 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH).** *Biochem Mol Biol Int.* 42 (2): 361-370.
- Pangestuti, R dan L. Kusmita. 2007. **Sejuta Manfaat Warna yang Tak Tergali Dari Rumput Laut.** Makalah disampaikan dalam Seminar Pigmen Rumput Laut di Jurusan Ilmu Kelautan FPIK Universitas Diponegoro, Semarang (4 Agustus 2007).
- Pelczar, M. J. dan E.C.S. Chan. 1986. **Dasar-Dasar Mikrobiologi.** Terjemahan Ratna Siri H. dkk. UI Press. Jakarta.
- Pepe, M., Giordino, C., Borsani, G., Cardoso, A.C., Chiauda, G., G. Premazzi, E., Rodari dan Zilioli, E. 2001. **Relationship between apparent optical properties and photosynthetic pigments in the sub-alpine Lake Iseo.** *The science of total environment* 268 : 31-45.
- Rahayu, P dan Leenawaty, L. **Kandungan klorofil in vivo daun seledri (*Apium graveolens*, Linn.) dan kemangi (*Ocimum Basilium*, L.F. *Citratum Back*) selama masa penyimpanan.** Makalah. Disampaikan Pada Seminar Nasional MIPA 2005. FMIPA-Universitas Indonesia Depok, 24-26 November 2005.
- Ramazanov, Z., 2006. **New wave of health from the sea.** *Nutraceuticals World* 2(6): 38-39.
- Raven, P, H. R, F, Evert dan S, E, Eichorn. 1986. **Biology of Plants.** Fourth Edition. Worth Publishers, Inc. New York. 775 p.
- Romay *et al.* 2003. **C-Phycocyanin: A Biliprotein with Antioxidant, Anti-Inflammatoy and Neuro protective Effects.** *Current Protein and Peptide Science* 4, 207-16. Bentham Science Publishers Ltd, Cuba.
- Santosa, G.W. 2003. *Budidaya Rumput Laut.* Program Community College Industri Kelautan dan Perikanan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sasaki *et al.*, 1995. **Promotive Effect of 5 –aminolevulinic acid on The growth and photosynthesis of spirulina plantesis.** *J Ferment Bioeng.* 5,453-457.
- Scheer, H. 2006. **An Overview of Chlorophyll and Bacteriochlorophyll: Biochemistry, Biophysics, Function and Applications.** Chapter 1. *In:* Grimm, B., Porra, R.J., Rudiger, W., and Scherr, H (ed). 2006. Chlorophyll and Bacteriochlorophylls, Biochemistry, Biophysics,

- Functions and Applications. Volume 25. Springer. Nederlands. p. 1-26.
- Shanab, S., M., M., 2007. **Antioxidant and antibiotic activities of some seaweeds (Egyptian Isolates)**. *International Journal of Agriculture and Biology* 9(2): 220-225.
- Shiratori, K., K. Ohgami, I. Ilieva, X.-H. Jin, Y. Koyama, K. Miyashita, K. Yoshida, S. Kase, dan S. Ohno. 2005. **Effect of fucoxanthin on lipopolysaccharide-induced inflammation in vitro and in vivo**. *Exp. Eye Res.* 81: 442-428.
- Simpson, M.G. 2006. **Plant Systematics**. Elsevier Academic Press. Canada.
- Soegiarto, A. Sulistijo. W, S, Atmaja dan H, Mubarak. 1978. **Rumput Laut, Manfaat, Potensi, dan Usaha Budidayanya**. LON-LIPI. Jakarta. 49 Hlm.
- Soo-Jin Heo, Pyo-Jam Park, Eun-Ju Park, Se-Kwon Kim, dan You-Jin Jeon. 2005. **Antioxidant activity of enzymatic extracts from a brown seaweed *Ecklonia cava* by electron spin resonance spectrometry and comet assay**. *Eur Food Res Technol* 221:41-47.
- Steinman, Alan D. "**Algae**." Microsoft® Student 2007 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2006.
- Suhartono & Angka 2000. **Bioteknologi Hasil Laut**. PKSPL-IPB. Edisi I. P64-70
- Suparmi, O.K. Radjasa, and L. Limantara. 2007. **Mikroorganisme yang Berasosiasi Dengan Sponge: Potensinya Sebagai Sumber Biopigmen dan Upaya Budidayanya**. *Jurnal Masyarakat Aquakultura Indonesiana*, 8 (2):121-133, Agustus 2007.
- Surono, A. 2004. **Profil Rumput Laut Indonesia**. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Susanto, A.B dan A. Mucktiandy. 2002. **Strategi Pengembangan Rumput Laut Pada SMK dan Community College**. Pros. Seminar Riptek Kelautan Nasional.
- Trilaksani, W., 2003. **Antioksidan: Jenis, Sumber, Mekanisme Kerja dan Peran terhadap Kesehatan**. Term paper. Introductory Science Phylosophy (PPS702). Graduate Program/S3. Institut Pertanian Bogor.
- Wawa, J. E. 2005. **Pemerintah Provinsi Harus Segera Menyiapkan Lahan Pembibitan**. Kompas, 27 Juli 2005. www.kompas.com. (10 Januari 2009)
- Winarno, F, G. 1996. **Teknologi Pengolahan Rumput Laut**. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 107 Hlm.

- Yunizal. 1999. **Teknologi Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut Coklat (*Phaeophyceae*)**. Instalasi Penelitian Perikanan Laut Slipi, Balai Penelitian Perikanan Laut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Zulham, A. 2008. **Indonesia Menjajagi Pengembangan Biodiesel Dari Rumput Laut**. E-bulletin Pasar Ikan (10 Januari 2009).