

KOMPOSISI KIMIA DAN POTENSI BIOAKTIF SAYUR LAUT (*Porphyra* sp)

Radja B D Sormin

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon. e-mail: rbd.sormin@yahoo.com

ABSTRAK

Banyak jenis rumput laut di Maluku yang telah dimanfaatkan masyarakat secara turun temurun, baik sebagai sayur maupun obat-obatan. Salah satu jenis rumput laut yang digunakan sebagai sayur adalah Sayur Laut (*Porphyra* sp). Jenis ini banyak di temukan di desa Hukurila, kota Ambon provinsi Maluku. Sayur laut termasuk jenis alga berasal dari divisi Rhodophyta yang tumbuh/melekat pada bebatuan di daerah pasang surut dan muncul ketika musim timur tiba antara bulan Juni sampai September. Komposisi kimia sayur laut (*Porphyra* sp) terdiri dari kadar air 51,2%; kadar protein 11,35%; kadar lemak 0,42%; kadar abu 16,46%; serat kasar 4,36%; karbohidrat 16,46% dan iodium berkisar antara 2,28–7,32 mg/kg. Jenis alga ini juga memiliki potensi bioaktif sebagai antibakteri. Hasil uji antibakteri dari ekstrak rumput laut *Porphyra* sp terhadap 3 jenis bakteri yaitu *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi* menunjukkan adanya daya hambat pada diameter berkisar dari 6,01–15,45 mm.

Kata kunci: komposisi kimia, sayur laut (*Porphyra* sp), bioaktif.

PENDAHULUAN

Rumput laut atau makroalga laut merupakan sumber terbarukan yang potensial dalam lingkungan laut. Sekitar 6000 spesies rumput laut telah diidentifikasi dan dikelompokkan sebagai alga hijau (Chlorophyta), alga coklat (Phaeophyta) dan alga merah (Rhodophyta). Produksi rumput laut secara global di dunia pada tahun 2004 lebih dari 15 juta ton, yaitu 1,3 juta ton panen bebas dan 14,8 juta ton hasil aquakultur (FAO 2007).

Rumput laut sebagai bahan baku diet telah diketahui sejak dahulu di daerah oriental karena bahan tersebut bergizi dan merupakan sumber vitamin, *dietary fibre*, mineral dan protein yang sangat baik (Dawczynski *et al.* 2007; Lee *et al.* 2008). Produk hidrokoloid yang dihasilkan rumput laut juga telah digunakan sebagai bahan kosmetik, farmasi dan industri pangan (Chandini *et al.* 2008). Jenis rumput laut yang utama yang menjadi bahan makanan penting di beberapa negara Jepang, Cina dan Korea adalah genus *Undaria* (yang biasa disebut wakane), *Porphyra* (nori) dan *Laminaria* (kombu). Pengembangan penelitian rumput laut sebagai sumber komponen bioaktif termasuk karotenoid, asam lemak dan phytosterol telah menjadi perhatian serius, dimana telah dilaporkan komponen ini memiliki fungsi seperti antioksidan, antibakteri, antikoagulan, antitumor, dan anti kanker (Chandini *et al.* 2008; Nagai dan Yukimoto 2003; Lee *et al.* 2008).

Di Indonesia terdapat beberapa jenis rumput laut yang bernilai ekonomis seperti *Eucheuma*, *Gracilaria*, *Gellidium*, *Sargassum* dan *Hypnea*, dan beberapa jenis di antaranya telah dibudidaya seperti *Eucheuma cottoni*. Selain jenis rumput laut yang sudah dikenal luas dan bernilai ekonomis di Indonesia, masih banyak jenis rumput laut yang secara lokal telah dimanfaatkan oleh masyarakat secara turun temurun baik sebagai sayur maupun obat-obatan. Alga dari jenis *Porphyra* misalnya, adalah salah satu jenis rumput laut lokal yang disebut *runut* oleh masyarakat di desa Wassu, kecamatan pulau Haruku, kabupaten Maluku Tengah atau sayur laut di desa Hukurilla kota Ambon provinsi Maluku. Alga ini berasal dari divisi Rhodophyta yang tumbuh/melekat pada bebatuan di daerah pasang surut dan muncul ketika musim timur mulai tiba sekali setahun antara bulan Juni sampai September. Kebiasaan mengonsumsi sayur laut atau sayur laut oleh masyarakat sudah dilakukan turun temurun dan bahkan diperkirakan sebelum bangsa asing menemukan daerah ini. Bukti tertulis yang ditinggalkan oleh Rumphius, ahli biologi Belanda kelahiran Jerman, tahun 1750 menerangkan bahwa pada abad ke-16 ketika Belanda menduduki pulau Ambon, penduduk setempat sudah biasa memasak berbagai makroalga dengan berbagai macam bumbu dan bahan lain sehingga dihasilkan masakan yang lezat. Dalam bidang medik secara tradisional sayur laut diyakini mampu memperlancar pencernaan, menurunkan kolesterol dan sebagai penurun panas (Romimohtarto dan Juwana 2009).

Genus *Porphyra*, secara tradisional diketahui sebagai nori di Jepang, kim di Korea dan zicai di Cina, adalah makanan yang populer dan lezat serta bergizi karena mengandung protein, vitamin, mineral dan serat makanan (Sahoo *et al.* 2002). Jenis alga ini juga dilaporkan mengandung, substansi bioaktif, dan komponen anti jamur, serta komponen mineral lainnya (Rao *et al.* 2007).

Komponen bioaktif dari rumput laut juga diketahui menunjukkan aktivitas antibakteri (Vairappan *et al.* 2001; Vlachos *et al.* 1999). Bansemir *et al.* (2006) melaporkan skrining dengan menggunakan ekstrak diklorometan, metanol dan air dari berbagai jenis rumput laut yang dikultivasi, menunjukkan adanya daya antibakteri.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari komposisi kimia sayur laut/rumput laut jenis *Porphyra* sp dan potensi bioaktifnya ekstrak sebagai antibakteri terhadap 3 jenis bakteri yaitu *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi*.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut (sayur laut) dari jenis *Porphyra* sp yang dikumpulkan dari desa Hukurilla kota Ambon. Rumput laut dipanen dari substratnya kemudian dikering-anginkan dan dikemas untuk selanjutnya dianalisa.

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah: bahan-bahan kimia untuk uji proksimat, metanol, n-heksan, etil asetat, air laut, DMSO, Muller Hinton Agar, dan suspensi biakan bakteri uji.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan meliputi analisis komposisi kimia, ekstraksi bahan aktif dan uji antibakteri.

Analisis Komposisi Kimia

Analisis komposisi kimia meliputi: Kadar Air (AOAC 1984), Kadar serat kasar (AOAC 1984), Kadar protein (1970), Kadar lemak (AOAC 1970) dan Kadar abu (AOAC 1984), kandungan karbohidrat ditentukan secara "by difference", yaitu dengan memakai rumus $100\% - (\% \text{ air} + \% \text{ lemak} + \% \text{ protein} + \% \text{ serat} + \% \text{ abu})$.

Ekstraksi Rumput Laut dan Perlakuan

Rumput laut dibersihkan dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan lalu dihaluskan. Kemudian dilakukan ekstraksi bertingkat yaitu pertama dilakukan dengan larutan n-heksan sebanyak 60 g rumput laut yang sudah dihaluskan dimaserasi dengan n-heksana sebanyak 600 mL selama 24 jam. Kemudian disaring dan diuapkan menggunakan rotari vacum evaporator sampai diperoleh ekstrak kental. Residu yang dihasilkan dari maserasi menggunakan n-heksan kemudian dikering anginkan, selanjutnya dimaserasi menggunakan etil asetat 600 mL selama 24 jam. Selanjutnya, disaring dan diuapkan menggunakan rotari vacum evaporator. Residu yang dihasilkan kemudian dikering-anginkan dan dimaserasi kembali dengan metanol 600 mL selama 24 jam. Kemudian disaring dan diuapkan menggunakan rotari vacum evaporator. Ketiga ekstrak yang dihasilkan kemudian dilakukan pengujian antibakteri.

Perlakuan Uji Antibakteri

Uji antibakteri terdiri dari perlakuan jenis larutan pengestrak yaitu n-heksan, etil asetat dan metanol; dan perlakuan jenis bakteri yaitu *E. coli*, *S. aureus* dan *S. typhi*. Rancangan percobaan yang dipergunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) terhadap perlakuan yang berpengaruh nyata (Sastrosupadi 2000).

Uji Antibakteri

Prosedur uji antimikroba dilakukan dengan Metode Diffusi (Bauer *et al.* 1966) sebagai berikut. Lempeng agar Muller Hinton Agar (MHA) ditandai dengan nama, tanggal dan mikroorganisme yang akan diuji. Kemudian kapas lidi (*cotton swab*) steril dicelupkan dalam suspensi biakan uji, dengan OD: 0,1 CFU/mL, dengan hati-hati kapas lidi diputar pada dinding tabung (diperas) agar cairan tidak menetes dari bagian kapas tersebut. Selanjutnya adalah penanaman mikroorganisme pada seluruh permukaan lempeng agar dengan cara dioleskan, untuk mendapatkan

pertumbuhan yang merata, kapas lidi dioleskan secara mendatar, kemudian diputar lempeng agar 90° dan dibuat olesan kedua, dengan lempeng agar diputar 45° dan dibuat olesan ketiga. Lempeng agar dibiarkan mengering kurang lebih 5 menit, kemudian ditempatkan kertas cakram yang sudah direndam dengan sampel yang diujikan pada permukaan lempeng agar. Dalam 1 lempeng agar dapat digunakan 5-6 macam dosis perlakuan, jarak antara kertas cakram harus cukup luas, sehingga wilayah jernih tidak saling berhimpitan sehingga tidak menyulitkan pengukuran zona hambat. Kertas cakram ditekan dengan pinset, tidak perlu terlalu keras karena akan merusak permukaan agar. Selanjutnya, lempeng yang sudah ditempel kertas cakram diinkubasi selama 24 jam pada suhu optimal tumbuh dari bakteri patogen yang sedang diujikan. Setelah bakteri uji sudah tumbuh merata, dan terlihat adanya zona jernih dipermukaan agar, maka luas zona jernih dapat diukur dengan mengukur diameternya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kandungan air sayur laut segar adalah 90,28% sedangkan kandungan air sayur laut kering 51,2%. Besarnya kandungan air ini menjadikan tekstur rumput laut umumnya lunak dan tidak tahan lama. Oleh karena tekstur yang lunak maka sayur laut dapat dikonsumsi dalam keadaan mentah sebagai lalapan. Kadar air sayur laut bervariasi sesuai dengan jenis serta asalnya.

Dalam mempertahankan keawetan dari sayur laut ini, biasanya dilakukan pengeringan. Pengeringan dilakukan dengan sinar matahari, akan tetapi kebanyakan dilakukan dengan pengasaran atau pemanasan di atas tungku sambil memasak. Hal ini sesuai dengan kondisi cuaca saat panen bertepatan dengan musim hujan. Hasil pengeringan ini disimpan untuk dapat dinikmati pada saat diinginkan. Untuk menghindari pelapukan atau jamur pada sayur laut atau sayur laut kering selama penyimpanan, maka harus disimpan dengan baik, mengingat kadar air masih cukup tinggi yaitu sekitar 27–55%.

Kadar Protein

Protein mempunyai kegunaan yang amat banyak dalam tubuh, diantaranya adalah pembongkaran molekul protein untuk mendapatkan energi atau unsur senyawa seperti nitrogen atau sulfur untuk reaksi metabolisme lainnya. Kandungan protein sayur laut basah adalah 3,95% sedangkan dalam keadaan kering adalah 11,3%, dari hasil pengamatan ini maka kandungan protein cukup signifikan digunakan sebagai bahan makanan. Apabila dibandingkan dengan kadar protein dari beberapa rumput laut yang lain seperti *Euclima* sp 2,6–9,1 % (Istini *et al.* 1985) dan agar-agar 2,3–5,9 (Winarno 1996) maka sayur laut masih dapat dikatakan mempunyai kandungan protein yang tinggi. Oleh karena itu tidak salah kalau jenis alga ini layak dipertimbangkan untuk dikembangkan menjadi bahan makanan yang bermutu.

Kadar Lemak

Lemak merupakan pangan berenergi tinggi, setiap gramnya memberi lebih banyak energi dari pada karbohidrat atau protein. Lemak merupakan makanan cadangan dalam tubuh. Sayur laut dilihat dari kadar lemaknya termasuk berlemak rendah. Kadar lemak sayur laut basah adalah 0,24%, sedangkan dalam keadaan kering adalah 0,42%.

Rumput laut jenis *Porphyra* sp mengandung lemak sampai 2% dari berat kering dan sebagian besar kandungan lemak ini terdiri dari asam lemak tidak jenuh (*polyunsaturated fatty acid*, PUFA). Jumlah PUFA hampir separoh dari kandungan lemak dimana sebagian besar terdapat dalam bentuk omega-3 dan omega-6 (Sanches-Machado *et al.* 2004)

Kadar lemak sayur laut tidak jauh berbeda dengan rumput laut yang lainnya. Apabila dibandingkan dengan *Porphyra* sp dari Jepang dengan kandungan lemak 0,24 % dan rumput laut jenis *Eucheuma* sp 0,13-0,9% (Istini *et al.* 1985) maka kadar lemak ini berada pada batas-batas kandungan lemak rumput laut yang sudah dikenal banyak. Namun sekali lagi perlu penelitian lebih lanjut tentang jenis asam lemak yang dikandung, untuk mengetahui khasiat lebih lanjut.

Kadar Serat Kasar

Secara umum serat pangan (*dietary fiber*) didefinisikan sebagai kelompok polisakarida dan polimer-polimer lain yang tidak dapat dicerna oleh sistem gastrointestinal bagian atas tubuh manusia. Hampir sebagian besar serat pangan yang terkandung dalam makanan bersumber dari pangan nabati. Kadang-kadang juga digunakan istilah *residu non nutritif* untuk menunjukkan bagian dari pangan yang tidak dapat dicerna dan diserap oleh tubuh. Istilah serat pangan harus dibedakan dari istilah serat kasar (*crude fiber*) yang biasa digunakan dalam analisa proksimat bahan pangan. Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar, yaitu asam sulfat (H₂SO₄ 1,25%) dan natrium hidroksida (NaOH 1,25%); sedangkan serat pangan adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan.

Kadar serat kasar sayur laut basah adalah 2,09% sedangkan serat kasar sayur laut kering adalah 4,36%. Dari hasil ini maka sayur laut ini juga potensial dipertimbangkan sebagai bahan pangan berserat untuk memperlancar pencernaan. Kandungan serat *Porphyra* sp. hampir sama bila dibandingkan dengan jenis tanaman tertestrial. Serat kasar tidak dicerna pada saluran pencernaan, beberapa penelitian menunjukkan kapasitas fermentatif pada usus halus, tetapi secara alami serat dapat larut dari rumput laut lewat melalui gastrointestinal tanpa dicerna. Namun serat dapat meningkatkan kenyamanan pencernaan karena dapat melancarkan pencernaan (Brownlee *et al.* 2005). *Porphyra umbilicalis* yang biasanya diolah menjadi nori mengandung serat lebih banyak dari pisang yaitu 3,8 g berbanding 3,1 g per 100 g (Institut de Phytonutrition 2004).

Kadar Abu

Hasil analisis kadar abu sayur laut segar adalah 1,83%, sedangkan kadar abu sayur laut kering adalah 16,46%. Kadar abu untuk hasil ekstraksi rumput laut oleh FCC adalah 27%, maka kadar abu dari sayur laut masih berada pada batas aman untuk dikonsumsi. Memang belum ada standar khusus untuk jenis sayur laut ini, namun bila dibandingkan dengan jenis rumput laut lainnya seperti *Sargassum* sp 18–24%, *Eucheuma* sp 4,7–17% (Istini *et al.* 1985) maka batas ini masih aman untuk dikonsumsi.

Kadar Karbohidrat

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa berdasarkan berat kering, padatan terbesar dalam sayur laut adalah karbohidrat yaitu 16,21% setelah itu baru kadar abu. Sadhori (1995) menyatakan nilai makanan dari rumput laut sebagian besar terletak pada karbohidrat. Oleh karena itu sayur laut ini tidak terlalu jauh berbeda dengan rumput laut yang lain yang sudah mempunyai nilai pasar yang baik.

Kandungan Iodium

Hasil pengamatan maka kandungan iodium sayur laut adalah 2,28–7,32 mg/kg, berdasarkan hasil ini maka sayur laut dapat dipertimbangkan sebagai bahan makanan beriodium. Selanjutnya, penelitian kearah bentuk-bentuk pengolahan yang bisa mempertahankan kandungan iodiumnya perlu dilakukan. Konsumsi normal iodium adalah 100–150 µg sehari atau sekitar 1–2 µg per kg berat badan. Sementara berdasarkan Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi tahun 1998 dinyatakan bahwa angka kecukupan gizi (AKG) untuk iodium bayi sebesar 50–70 µg, balita dan anak-anak 70–120 µg, remaja dan dewasa sebesar 150 µg, ibu hamil ditambah 25 µg dan ibu menyusui ditambah 50 µg per hari.

Uji Antibakteri

Berdasarkan uji statistik analisis varian diperoleh bahwa perlakuan jenis ekstrak rumput laut *Porphyra* sp (n-heksan, etil asetat dan metanol) dan jenis bakteri (*E. coli*, *S. aureus* dan *S. typhi*) berpengaruh sangat nyata terhadap zona inhibisi pada metode difusi. Selanjutnya hasil uji lanjut dengan menggunakan BNT maka didapatkan hasil sebagai tercantum pada Tabel 1. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa jenis pelarut atau pengekstrak etil asetat memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri tertinggi bila dibandingkan dengan pelarut lainnya. Bakteri yang paling mengalami penghambatan pertumbuhan adalah *E. coli* dengan zona inhibisi 15,41 mm. Apabila dibandingkan dengan aktivitas anti bakteri dari *Sargassum dentifolium*, *Laurencia papillosa* dan *Jania corniculata*, terhadap bakteri *Bacillus subtilis*, *E. coli*, *Staphylococcus albus* dan *Streptococcus faecalis* yaitu berkisar 10–15 mm (Shanab 2007), maka aktivitas antibakteri dari sayur laut tidak kalah baiknya.

Tabel 1. Aktivitas antibakteri ekstrak rumput laut *Porphyra* sp.

Jenis Bakteri	Jenis Pelarut (500 µg/cakram)	Diameter Inhibisi (mm)
<i>Escherichia coli</i>	n-heksan	12,23 c
	Etil asetat	15,41 a
	Metanol	6,27 g
<i>Staphylococcus aureus</i>	n-heksan	7,20 f
	Etil asetat	10,16 e
	Metanol	6,51 g
<i>Salmonella typhi</i>	n-heksan	11,61 d
	Etil asetat	14,30 b
	Metanol	6,40 g

Keterangan: Angka-angka pada kolom diameter inhibisi yang diikuti huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada ($p < 0,05$).

KESIMPULAN

1. Dari hasil analisis komposisi kimia sayur laut *Porphyra* sp maka alga ini dinyatakan layak untuk dikonsumsi karena hasil analisis proksimat menunjukkan adanya kandungan protein, lemak, karbohidrat dan mineral yang sejajar dengan kandungan pada jenis rumput laut yang lain seperti *Euclima* sp dan *Sargassum* sp.
2. Dari hasil analisis proksimat maka diketahui bahwa karbohidrat adalah bagian terbesar penyusun runtu yaitu 15,88–43%.
3. Sayur laut juga mengandung iodium yang cukup signifikan yaitu berkisar antara 2,20–7,32 mg/kg, sehingga dapat diolah menjadi bahan makanan beriodium yang disukai.
4. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak rumput laut *Porphyra* sp yang paling aktif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*, *S. aureus* dan *S. typhi* adalah ekstrak etil asetat yaitu dengan zona hambat berkisar antara 10,16–15,41 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1970. Official Methods of Analysis 12th ed. Washington DC.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis 14th ed. Virginia, USA.
- Bauer AW, Kirby WMM, Sherris JC, Tuck M. 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standardized disc diffusion method. *American J Clinical Pathology* 45:493-496.
- Bansemir A, Blume M, Schroder S, Lindequist U. 2006. Screening of cultivated seaweeds for antibacterial activity against fish pathogenic bacteria. *Aquaculture* 252:79-84.

- Brownlee IA, Allen A, Pearson JP. 2005. Alginate as a source of dietary fiber. *Crit Rev Food Sci Nutr* 45:497-410.
- Chandini SK, Ganesan P, Bhaskar N. 2008. Invitro antioxidant activities of three selected brown seaweeds of India. *Food Chemistry* 107:707-713.
- Chandini SK, Ganesan P, Suresh PV, Bhaskar N. 2008. Seaweeds as a source of nutritionally beneficial compounds- A review. *J Food Sci Technology* 45:1-13.
- Dawczynski C, Schubert R, Jahreis G. 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry* 38:674-677.
- FAO 2007. Year book of fishery statistics 2005 (Vol 100-1/2). Rome: Food and Agricultural Organization.
- Institut de Phytonutrition. 2004. Functional, health and therapeutic effects of algae and seaweed. Institut de Phytonutrition electronic data base. Version 1.5. Beausoleil, France, Institut de Phytonutrition.
- Istini S, Zalnika A, Anggadireja J. 1985. Pengembangan Rumput Laut untuk Industri. Makalah Diskusi Panel Pengembangan Industri Pengolahan Rumput Laut, BPPT. Jakarta.
- Lee SB, Lee JY, Song DG, Pan CH, Nho CW, Kim MC. 2008. Cancer chemopreventive effects of Korean seaweeds extracts. *Food Sci Biotechnol* 17:613-622.
- Nagai T, Yukimoto T. 2003. Preparation and functional properties of beverages made from sea algae. *Food Chemistry* 81:327-332.
- Rao PVS, Mantri VA, Ganesan K. 2007. Mineral composition of edible seaweed *Porphyra vietnamensis*. *Food Chemistry* 102:215-218
- Romimohtarto K, Juwana S. 2009. Biologi Laut. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Sadhori 1995. Budidaya Rumput Laut. Jakarta: Balai Pustaka.
- Sahoo D, Tang X, Yarish C. 2002. *Porphyra* – the economic seaweeds as a new experimental system. *Current Sci* 83:1313-1316.
- Sanches-Machado DI, Lopez-Hernandez J, Paseiro-Losada P, Lopez-Cervantes J. 2004. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chemistry* 85:439-444.
- Sastrosupadi A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Shanab SMM. 2007. Antioxidant and antibiotic activities of some seaweeds (Egyptian Isolates). *Int J Agri Biol* 9:220-225.
- Vairappan CS, Daitoh M, Suzuki M, Abe T, and Masuda M. 2001. Antibacterial halogenated metabolites from the Malaysian *Laurencia* species. *Phytochemistry* 17:291-293.
- Vlachos V, Critchley AT, von Holy A. 1999. Differential antibacterial activity of extracts from selected Southern African macro alga thalli. *Bot Mar* 42:165-173.
- Winarno FG. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan Jakarta.