

KOMPOSISI KIMIA DAN PROFIL POLISAKARIDA RUMPUT LAUT HIJAU

Santi R. A.¹, Sunarti., T.C.,², Santoso D.,³ Triwisari, D.A.³

¹Staff Pengajar Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan, Univ. Padjadjaran.
Kampus FPIK Jatinangor, Km. 21 UBR 40600

²Fak. Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

³Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Email : santirukminita@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan bentuk granula polisakarida pada dua spesies rumput laut hijau. *U. lactuca* mengandung 30.89 ± 1.87 % kadar abu, 2.24± 0.37% kadar lemak, 2.85±0.79 % kadar protein, 7.54±0.19 % serat kasar dan karbohidrat dengan perbedaan 20.86±2.29 %. *C.crassa* mengandung kadar abu 46.25 ± 0.33 %, kadar protein 2.32± 0.35 %, kadar lemak 0.97± 0.26 %, serat kasar 29.59±1.36 %, karbohidrat by difference 20.86±2.29 %. Secara rinci kandungan polisakarida sampel dianalisis dengan menggunakan metode Van Soest. *U. lactuca* mengandung hemiselulosa 16.42 %, selulosa 19.58 %, lignin 2.9 %. *C. crassa* mengandung 43.73 % hemiselulosa, 25.5 % selulosa dan 4 % lignin. Pengamatan mikroskopik polisakarida larut air dingin pada *U. lactuca* menunjukkan bentuk granula polisakarida berbentuk bulat sedangkan pada *C.crassa* berbentuk serat serabut.

Kata kunci : *Ulva lactuca*, *Chaetomorpha crassa*, Chlorophyta, hemiselulosa, lignin, and selulosa,

ABSTRACT

This study aimed to determine the chemical content and polysaccharides profiles in two species from green algae. *U. lactuca* 30.89 ± 1.87% containing ash, 2:24 ± 0.37% fat, 2.85 ± 0.79% protein, 7:54 ± 0.19% crude fiber, 56.48 ± 1.65% carbohydrate by difference. *C.crassa* contained high levels of 46.25 ± 0.33% ash, protein levels of 2:32 ± 0.35%, fat 0.97 ± 0.26%, crude fiber 29.59 ± 1:36%, carbohydrate by difference 20.86 ± 2:29%. Polysaccharide content of the samples were analyzed using the method of Van Soest. *U. lactuca* containing hemicellulose 16:42%, 19:58% cellulose, lignin 2.9%. *C. crassa* contain 43.73% hemicellulose, 25.5% cellulose and 4% lignin. Microscopic observation of cold water-soluble polysaccharides in the *U. lactuca* shows the Polysaccharide granules are round-shaped while the *C.crassa* fibers.

Key words : *Ulva lactuca*, *Chaetomorpha crassa*, Chlorophyta, hemicellulose, lignin, dan selulosa,

I. PENDAHULUAN

Kandungan kimia rumput laut sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh faktor musim, lokasi geografi tempat tumbuh, jenis spesies, umur panen, kondisi lingkungan (Dennis *et al.*, 2010, Ortiz, *et al.*, 2006, Kaehler dan Kennish, 1996). Secara umum rumput laut kaya dengan polisakarida non pati, mineral dan vitamin serta rendah lemak (Wong dan Cheung, 2000). Pada rumput laut, polisakarida yang terkandung didalamnya memiliki tiga fungsi penting sesuai lokasi keberadaan dalam jaringan rumput laut, sebagai struktur penyusun dinding sel untuk memberi kekuatan mekanik dan bersifat tidak larut air, sebagai bagian dari adaptasi terdapat lingkungan tempat hidupnya (Martone, 2007). Sebagian lagi terdapat dalam sel sebagai sumber cadangan makanan dan sebagian lagi berupa matriks pengisi antar sel yang berfungsi sebagai pengikat dan lapisan pelindung antar sel (Watt, *et. al.*, 2002).

Morfologi dan komposisi kimiawi rumput laut sangat bervariasi tergantung pada spesies, lokasi tempat tumbuh, dan musim (Sanchez, *et. al.*, 2004; Martone, 2007). Kandungan karbohidrat pada rumput laut umumnya berbentuk serat yang tidak bisa dicerna oleh enzim pencernaan manusia, sehingga hanya memberikan sedikit asupan kalori dan cocok digunakan sebagai makanan diet (Sanchez, *et. al.*, 2004).

Penelitian yang dilakukan terfokus pada komposisi kimia dan profil kandungan polisakarida *U.lactuca* dan *C.crassa* untuk mengetahui potensi pengembangan dan pemanfaatannya sebagai bahan baku industri pangan maupun non pangan khususnya bioetanol.

II. DATA DAN PENDEKATAN

2.1. Persiapan Sampel

Sampel rumput laut diperoleh dari perairan Ujung Genteng, Sukabumi. Sampel segar dikeringkan secara kombinasi menggunakan sinar matahari selama 5 hari dan *tray dryer* pada suhu 60 °C selama 3 hari. Sampel kemudian ditepungkan dengan *hammer mill* dan disaring 30 mesh sebelum dianalisa kadar proksimat dan kandungan polisakaridanya. Penetapan karakter kimia rumput laut dengan analisa proksimat (Kadar air, kadar protein, kadar abu, kadar lemak, kadar serat kasar dan kadar karbohidrat *by difference*) dianalisis dengan metode Apriyantono, *et. al.*, (1989).

2.2. Penetapan Kadar Air

Sebanyak 1-2 g contoh ditimbang dalam sebuah wadah yang sudah diketahui bobotnya. Kadar air diukur dengan menggunakan oven bersuhu 105°C selama 3 jam. Setelah itu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Pekerjaan tersebut diulang sehingga mendapat

bobot yang konstan. Kadar Air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar abu(\%)} = \frac{A - B}{C} \times 100\%$$

Keterangan :

A= cawan + contoh kering (g)

B=cawan kosong (g)

C=bobot contoh (g)

2.3. Kadar protein

Sebanyak 0,1 g contoh dimasukkan dalam labu erlenmeyer lalu ditambahkan 2,5 ml H₂SO₄ pekat, 1 g katalis dan beberapa butir batu didih. Larutan didestruksi hingga menghasilkan larutan jernih kemudian didinginkan. Larutan hasil destruksi dipindahkan ke alat destilasi dan ditambahkan 15 ml NaOH 50%. Labu erlenmeyer berisi 25 ml HCl 0,02 N dan 2-4 tetes indikator mengsel (campuran metil merah 0,02 % dalam alcohol dan metil biru 0,02% dalam alkohol (2:1) diletakkan di bawah kondensor. Ujung tabung kondensor harus terendam dalam larutan HCl. Destilasi dilakukan sampai volume larutan dalam erlenmeyer mencapai 2 kali volume awal. Ujung kondensor dibilas dengan akuades (ditampung dalam erlenmeyer). Larutan yang berada dalam erlenmeyer dititrasi dengan NaOH 0,02 N hingga diperoleh perubahan warna dari hijau menjadi ungu. Setelah itu dilakukan penetapan blanko.

$$\text{Kadar protein kasar (\%)} = \frac{(a - b) \times N \times 0,014 \times 6,25 \times 100\%}{W}$$

Keterangan:

a= ml NaOH untuk titrasi blanko

b= ml NaOH untuk titrasi contoh

N= normalitas NaOH

W= bobot contoh (g)

2.4. Kadar Abu

Sebanyak 2 g contoh ditimbang dalam cawan porselin yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya, kemudian diarangkan dengan menggunakan pemanas bunsen hingga tidak mengeluarkan asap lagi. Cawan porselin berisi contoh yang sudah diarangkan kemudian dimasukkan ke dalam tanur bersuhu 600 °C hingga proses pengabuan sempurna. Cawan porselin berisi abu didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga mencapai bobot tetap.

$$\text{Kadar abu(\%)} = \frac{A - B}{C} \times 100\%$$

Keterangan :

A= cawan + contoh kering (g)

B=cawan kosong (g)

C=bobot contoh (g)

2.5. Kadar Lemak

Sebanyak 2 g contoh bebas air diekstraksi dengan pelarut organik heksan dalam alat soxlet selama 6 jam. Contoh hasil ekstraksi diuapkan dengan cara diangin-anginkan dan dikeringkan dalam oven bersuhu 105 °C. contoh didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga diperoleh bobot tetap.

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{\text{bobot lemak}}{\text{bobot contoh}} \times 100\%$$

2.6. Kadar Serat Kasar

Sebanyak 2 g contoh bebas air dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml dan ditambahkan 100 ml H₂SO₄ 0,325 N. Campuran tersebut dihidrolisis dalam otoklaf selama 15 menit pada suhu 105 °C dan didinginkan serta ditambahkan NaOH 1,25 N sebanyak 50 ml. kemudian dilakukan hidrolisis kembali dalam otoklaf selama 15 menit. Contoh disaring dengan kertas saring yang telah dikeingkan dan diketahui bobotnya. Kertas saring tersebut dicuci berturut-turut dengan air panas, 25 ml H₂SO₄ 0,325 N, air panas dan terakhir menggunakan acetone/alcohol 25 ml. Kertas saring tersebut dikeringkan dalam oven bersuhu 105 °C selama 1 jam dan dilanjutkan sampai bobotnya tetap. Kadar serat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{a - b}{c} \times 100\%$$

Keterangan:

a= bobot residu serat dalam kertas saring (g)

b= bobot kertas saring kering (g)

c= bobot bahan awal (g)

2.7. Kadar Karbohidrat by difference

Kadar karbohidrat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{kadar karbohidrat (\% bk)} = 100\% - (A + B + C + D + E)$$

Keterangan:

A= Kadar air

B= Kadar abu

C= Kadar lemak

D= Kadar protein

E= Kadar serat kasar

2.8. Komposisi Serat

a) Penetapan Kadar NDF

Larutan NDF dibuat dengan mencampurkan 18,61 g EDTA- 2 Na, 6,81 g Na₂B₄O₇ · 10H₂O, 30 g sodium lauril sulfat, 4,56 g Na₂HPO₄ dengan 10 ml 2-etoksi-ethanol dilarutkan sampai 1 liter, sehingga pH 6,9-7,1.

Timbang 0,5 g sampel dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Pada sampel ditambahkan 200 ml larutan NDF dan 0.5 gram Na₂SO₃. Campuran direfluks pada pendingin tegak selama 60 menit, kemudian saringan campuran melalui *filter glass* 2-G-3 dan cuci dengan akuades panas beberapa kali. Endapan yang terbentuk dengan aseton beberapa kali, dikeringkan, dan endapan pada oven bersuhu 100 °C sampai diperoleh berat tetap (sekitar 8 jam) dan ditimbang.

2) Penetapan Kadar ADF

Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan ke dalam gelas piala 600 ml, kemudian ditambahkan 100 ml larutan ADS (*acid detergent solution*) (20 g setil trimetil ammonium bromida dalam 1 liter H₂SO₄ 1N) dan 2 ml dekalin. Ekstraksi selama satu jam setelah mendidih. Campuran tersebut kemudian disaring melalui filter glass 2-G-3 dan akuades yang didapatkan dicuci dengan akuades panas beberapa kali. Endapan dicuci kembali dengan aseton beberapa kali dan *filter glass* dikeringkan

dalam oven 105 °C sampai diperoleh berat yang tetap (sekitar 8 jam), kemudian ditimbang.

c) Kadar Selulosa dan Lignin

Sebanyak 0,5 g sampel lolos ayakan 30 mesh dimasukkan ke dalam erlenmeyer labu didih dan ditambahkan 100 ml larutan ADF. Campuran direfluks pada pendingin tegak selama 60 menit dan disaring melalui *filter glass* 2-G-4 dan ditempatkan pada gelas piala 100 ml. sebanyak 25 ml H₂SO₄ 72% (15 °C) ke dalam *filter glass* dan diaduk menggunakan gelas pengaduk sampai terbentuk pasta halus dan biarkan gelas pengaduk berada dalam *filter glass*. Pasta dibiarkan selama 3 jam pada suhu 20-23 °C sambil diaduk-aduk setiap 1 jam sekali. penyaringan dilakukan dengan bantuan vakum, residu dicuci dengan air panas sampai filtrate bebas asam (cek dengan kertas lakmus). Penggiran gelas dan gelas pengaduk juga harus dicuci menggunakan air panas. Aseton digunakan untuk membilas filtrate. Filtrate dikeringkan dalam oven 100 °C sampai diperoleh berat yang tetap, kemudian ditimbang, selanjutnya filter diabukan pada suhu 400-600 °C sampai diperoleh berat yang tetap, biarkan hingga agak dingin dan ditimbang.

2.9. Fraksinasi Polisakarida

Sampel tepung rumput laut diekstrak dengan empat jenis pelarut secara bertahap. Pelarut yang digunakan secara berurutan yaitu :

air, air panas, H₂SO₄ 0,05% dan NaOH 0,05%. Campuran tepung dan pelarut didiamkan selama satu jam pada suhu 30 °C. campuran kemudian disaring dengan kertas saring biasa, ampas yang diperoleh kemudian direndam kembali dengan air panas (100 °C) selama satu jam. Campuran kemudian disaring kembali dan ampasnya direndam kembali dengan H₂SO₄ 0,05% selama satu jam pada suhu 100 °C. Campuran kemudian disaring kembali. Ampas yang diperoleh direndam kembali dengan menggunakan NaOH 0,05% selama satu jam pada suhu 100 °C. Rendemen polisakarida dari setiap pelarut diperoleh dengan cara mengendapkan filtrat dari setiap hasil saringan dengan menggunakan methanol dan etanol absolut masing-masing sebanyak 100 ml selama 24 jam. Setelah direndam filtrate kembali disaring dan endapan dikeringanginkan dan kemudian ditimbang.

2.10. Bentuk Granula

Tepung rumput laut direndam dalam air kemudian diamati bentuk granulanya menggunakan mikroskop binokuler dengan pembesaran 200x.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Analisis Proksimat

Hasil analisis proksimat ditampilkan pada Tabel 1. Nilai protein yang diperoleh dalam penelitian lebih rendah jika dibandingkan dengan species yang tumbuh di perairan Chili

dan Brazil (Ortiz, et. al., 2007, Padua *et al*, 2004). Secara umum *Ulva lactuca* mengandung kadar protein yang rendah dan bersusun dari 17 asam amino esensial (Qasim, 1991). Beberapa

asam amino esensial yang umum dijumpai pada *Ulva lactuca* adalah lisin, fenilalanin, metionin, leusin dan valin (Ortiz, et. al., 2006).

Tabel 1. Hasil analisis proksimat

Sampel	Komponen (% bk)				
	Abu	Lemak	Protein	Serat kasar	Karbohidrat
<i>Ulva lactuca</i>	30.89 ± 1.87	2.24 ± 0.37	2.85 ± 0.79	7.54 ± 0.19	56.48 ± 1.65
<i>C. crassa</i>	46.25 ± 0.33	0.97 ± 0.26	2.32 ± 0.35	29.59 ± 1.36	20.86 ± 2.29

Ulva lactuca mengandung lemak dan karbohidrat yang lebih tinggi daripada *C. crassa*. Nilai kadar lemak rumput laut pada umumnya kurang dari 4% dan secara umum lebih rendah dari tanaman darat seperti kedelai. Lemak pada rumput laut lebih banyak tersusun oleh poli asam lemak tak jenuh (PUFA) khususnya PUFA C18 yang merupakan asam lemak tidak jenuh yang sangat dibutuhkan oleh manusia maupun hewan (Ortiz et al., 2006).

Kadar abu pada *C. crassa* lebih tinggi daripada *U. lactuca*. Kadar abu yang diperoleh dalam penelitian ini sangat tinggi jika dibandingkan penelitian Mabeau & Fleurence, 1993; dan Wong dan Cheung 2000. Secara umum rumput laut memiliki kandungan mineral lebih tinggi dari tanaman sayuran darat seperti bayam.

Secara umum *C. crassa* memiliki kandungan serat kasar yang lebih tinggi. Rumput laut dikenal sebagai sumber serat kasar yang penting dalam ilmu nutrisi dan dapat digunakan sebagai makanan fungsional terapi bagi penderita obesitas. Variasi komposisi kimia pada rumput laut sangat dipengaruhi oleh lokasi geografi tempat tumbuh, musim dan jenis spesies.

3.2. Komposisi Serat

Polisakarida pada rumput laut tersusun dari hidrokoloid penyusun dinding sel dan bahan pengisi ruang antara sel. Diantaranya yang bernilai komersil adalah karagenan dan agar-agar. Pada rumput laut hijau lebih banyak ditemukan polisakarida xilan dan ulvan. Keduanya lebih mudah dicerna oleh bakteri usus

(Burtin, 2003). Serat kasar pada rumput laut dapat dibagi lagi menjadi selulosa, hemiselulosa dan lignin. Dibandingkan dengan tanaman darat, kadar lignin pada rumput laut lebih rendah dari tanaman darat (Wi, *et. al.*, 2009; Mosier, *et. al.*, 2005). Hal ini memberikan peluang

pengembangan biomassa rumput laut sebagai bahan baku pakan dan bioenergi yang lebih mudah dikonversi daripada biomassa lignoselulosik dari darat. Secara umum, kandungan serat kasar pada *C.crassa* lebih tinggi daripada *U.lactuca*.

Tabel 2. Komposisi Serat *U. Lactuca* dan *C. Crassa*

Kode Sampel	Hemiselulosa (%)	Selulosa (%)	Lignin (%)
<i>Ulva lactuca</i>	16.42	19.58	2.9
<i>C.crassa</i>	43.73	25.5	4

3.3. Fraksinasi Polisakarida

Hasil fraksinasi polisakarida *U. lactuca* dan *C.crassa* (Tabel 3.) menunjukkan bahwa kedua jenis rumput laut tersebut mengandung lebih dari satu jenis polisakarida. *Ulva* dan *Chaetomorpha* termasuk ke dalam golongan alga hijau. Alga hijau kaya polisakarida ulvan yang merupakan polisakarida bercabang dan bersifat asam dengan struktur utama terdiri dari gula L-ramnosa dan asam glukoronat (Sullivan, *et. al.*, 2010; Vera, *et. al.*, 2011). Pada *Ulva* jenis polisakarida yang larut dalam air adalah jenis *dietary fiber* xiloglukan, glukoronan dan selulosa. Dari hasil penelitian diduga kandungan polisakarida larut air pada *C. crassa* lebih tinggi daripada *U.lactuca*. Polisakarida larut air pada

rumpuit laut hijau memiliki potensi aktivitas biologi tertentu dalam bentuk oligosakarida (Sullivan, *et. al.*, 2010). Asam sulfat dan natrium hidroksida memiliki kemampuan menghidrolisis polisakarida rumput laut menjadi oligo dan monosakarida. Polisakarida pada *Ulva* lebih mudah terhidrolisis dalam keadaan basa dibandingkan dengan *C.crassa*. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan kadar sulfat pada struktur utama monosakarida penyusunnya, dan jenis spesies (Wong dan Cheung, 2010).

Tabel 3. Hasil Fraksinasi Polisakarida

Pelarut	Rendemen polisakarida (%)	
	<i>U.lactuca</i>	<i>C.crassa</i>
Air dingin	2.01	3.99
Air panas (100 ⁰ C)	5.6	20.9
H ₂ SO ₄ 0,05%	1.1	1.7
NaOH 0,05%	66.5	13.9

3.4. Bentuk Granula

Hasil pengamatan mikroskopik *Ulva* memiliki bentuk granula bulat tidak beraturan. Diduga granula yang teramati adalah pati yang

berfungsi sebagai cadangan makanan pada rumput laut . Sedangkan granula *C.crassa* yang teramati berbentuk serat dan merupakan jenis polisakarida structural penyusun dinding sel .



Ulva lactuca



Chaetomorpha crassa

IV. KESIMPULAN

Ulva lactuca dan *Chaetomorpha crassa* merupakan golongan rumput laut hijau yang memiliki kandungan mineral tinggi dan berpotensi untuk diteliti lebih lanjut kandungan lemak dan proteinnya, karena diduga kaya dengan asam lemak dan asam amino esensial

yang penting bagi pertumbuhan jika dibandingkan dengan tanaman darat. Kedua jenis rumput laut tersebut juga kaya polisakarida khususnya selulosa dan hemiselulosa dengan kandungan lignin yang rendah jika dibandingkan dengan tanaman darat sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber

biomassa alternatif untuk berbagai keperluan seperti pakan dan bioenergi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Dana Hibah Penelitian 2009 dari Osaka Gas Foundation-PPLH IPB. Ucapan terimakasih disampaikan kepada Sari yang telah membantu terkumpulnya data, para teknisi laboratorium atas bantuan teknis yang diberikan dan PKSPL IPB yang telah memfasilitasi penelitian ini hingga akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, Budiyo S. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor: Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor.
- Burtin P. 2003. *Nutritional Value Of Seaweeds*. Electron. J. Environ. Agric. Food Chem., 2 (4), 2003. [498-503]
- Denis C, Michèle Moranchais a, Min Li, Estelle Deniaud, Pierre Gaudin, Gaëtane Wielgosz-Collin, Gilles Barnathan, Pascal Jaouen, Joël Fleurence. 2010. *Study of the chemical composition of edible red macroalgae Grateloupia turuturu from Brittany (France)*. Food Chemistry (119) 913–917.
- Kaehler, S., & Kennish, R. (1996). *Summer and winter comparisons in the nutritional value of marine macroalgae from Hong Kong*. Botanica Marina, 39, 11–17.
- Martone, P. T. 2007. *Kelp versus coralline; cellular basis for mechanical strength in the wave-swept seaweed Calliathron (Corallinaceae, Rhodophyta)*. Journal Phycology (43): page 882-891. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2007.00397.
- Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y.Y., Holtzaple, M., Ladisch, M., 2005. *Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass*. Bioresour. Technol. 96, 673–686.
- Mabeau, S., & Fleurence, J. (1993). *Seaweed in food products: bio-chemical and nutritional aspects*. Trends in Food Science and Technology, 4, 103±107.
- Ortiz J, Romero N, Robert P, Araya J, Lopez-Hernandez J, Bozzo C, Navarrete E, Osorio A, Rios A. 2006. *Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds Ulva lactuca and Durvillaea antarctica*. Food Chemistry (99):98-104.
- Márcia de Pádua; Paulo Sérgio Growoski Fontoura; Alvaro Luiz Mathias. 2004. *Chemical composition of Ulvaria oxysperma (Kützinger) bliding, Ulva lactuca (Linnaeus) and Ulva fasciata (Delile)*. Braz. arch. biol. technol. vol. 47 no. 1 Curitiba Mar. 2004. Doi : 10. 1590/ S1516-89132004000100007
- Sanchez-Machado DJ, Lopez-Cervantes, Lopez-Hernandez J, Paseiro-Losada P. 2004. *Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds*. Food Chemistry (85): 439-444.
- Sullivan, L.O. Murphy B. McLoughlin P. Duggan P. Lawlor P.G., Hughes H. Gardiner G.E. 2010. *Prebiotics from Marine Macroalgae for Human and Animal Health Applications*. Review. Mar. Drugs, 8, 2038-2064; doi : 10.3390/ md8072038.

Vera, J. Castro, J. Gonzalez, A. Moenne, A. 2011. *Seaweed Polysaccharides and Derived Oligosaccharides Stimulate Defense Responses and Protection Against Pathogens in Plants. Review. Mar. Drugs*, 9, 2514-2525; doi:10.3390/md9122514.

Watt, D.K., S.A.O.Neill.A.E Percy., D.J.Brasch. 2002. *Isolation and Characterization of Partially Methylated galacto-Glucorono-Xylo-Glycan, a Unique Polysaccharide from the Red Seaweed Apopholea lyalli*. Carbohydrate Polymers 50:283-294.

Wi, S.G. H.J. Kim. S.A. Mahadevan.D.J Yang.H.J. Bae. 2009. *The potential value of the seaweed Ceylon moss (Gelidium amansii) as an alternative bioenergy resource. Short Communication. Bioresource Technology* 100: 6658–6660. Doi:10.1016/j.biortech.2009.07.017.

Wong KH dan Cheung Peter CK. 2000. *Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part II. Invitro protein digestibility and amino acid profiles of protein concentrates. Food Chemistry* (72):11-17.

Qasim, R. (1991), *Amino Acid composition of some common seaweeds. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciencies.*, 4, 49-59.