

# KAJIAN PRODUKSI TEPUNG ATC (ALKALI TREATMENT CARRAGEENAN) DI TINGKAT PETANI RUMPUT LAUT DENGAN MENGGUNAKAN PELARUT KOH

Indah Kusumaningrum dan Ony Linda

Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Email: iin\_93@yahoo.com

## ABSTRAK

Rumput laut merupakan sumberdaya hayati yang banyak terdapat di Indonesia. Penggunaan rumput laut di Indonesia sebagai sumber pangan masih terbatas. Hal ini sangat disayangkan karena rumput laut memiliki kandungan senyawa bioaktif yang sangat bermanfaat sekali bagi kesehatan. Pengolahan rumput laut di kalangan petani rumput laut pun masih sangat terbatas. Selama ini petani rumput laut hanya mengolah rumput laut menjadi bentuk kering saja, belum dibuat menjadi produk setengah jadi berupa Tepung ATC (*alkali Treatment Carrageenan*). Tujuan penelitian ini adalah mempelajari cara ekstraksi rumput laut yang dapat diterapkan di tingkat petani rumput laut untuk menghasilkan tepung ATC (*Alkali Treatment Carrageenan*) yang mengandung serat, kalsium, dan yodium alami. Larutan pengekstrak yang digunakan adalah KOH dengan konsentrasi 6%, 7%, dan 8%. Proses ekstraksi rumput laut dengan KOH 8% menghasilkan rendemen 32,5%, kadar abu 12,03%, karbohidrat 24,93%, dan kalsium 927,15 mg/l tertinggi. Ekstraksi rumput laut dengan KOH 6% menghasilkan kadar serat kasar tertinggi, masing-masing sebesar 23,62% dan yodium 8,36%.

**Kata kunci:** rumput laut, metode ekstraksi, serat, kalsium, dan yodium

## ABSTRACT

*Seaweed is a biological resource that many found in Indonesia. The use of seaweed in Indonesia as a source of food is still limited. While seaweed has a bioactive compound that is very beneficial for health. Seaweed processing among seaweed farmers is still very limited. So far, seaweed farmers process seaweed into dry form only, not yet made into semi-finished products. The purpose of this research was to learn how to extract seaweed that can be applied at the level of seaweed farmers to produce ATC (alkali treatment carrageenan) which contains fiber, calcium, and natural iodine. The extracting solution used was KOH with concentrations of 6%, 7%, and 8%. The yield of ATC (alkali treatment carrageenan) obtained from seaweed extraction process with 8% KOH yields the highest yield (32,5%), ash 12,03%, carbohydrate 24,93%, and calcium 927,15 mg/l. The extraction of seaweed with KOH 6% yields the highest crude fiber (23,62%) and iodine 8,36%.*

**Keywords:** seaweed, extraction method, fiber, calcium, and iodine

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil rumput laut terbesar didunia. Pemanfaatan rumput laut diIndonesia masih sangat terbatas, salah satunya digunakan sebagai bahan makanan bagi masyarakat yang tinggal didaerah pesisir dan kadang dibiarkan sebagai sampah laut, mengapung, hanyut dan terbawa arus, ataupun terdampar dipinggir laut. Pengolahan rumput laut di kalangan petani rumput laut pun masih sangat terbatas. Selama ini petani rumput laut hanya mengolah rumput laut menjadi bentuk kering saja, belum dibuat menjadi produk setengah jadi berupa ATC.

Menurut Mohamed *et al.* (2011), rumput laut kaya akan senyawa bioaktif berupa antioksidan, serat makanan larut, protein, mineral, vitamin, fitokimia, dan asam lemak tak jenuh ganda. Rumput laut juga berpotensi sebagai sumber vitamin yang sangat baik seperti A, B<sub>1</sub>, B<sub>12</sub>, C, D, E, riboflavin, niasin, asam pantotenat, asam folat, dan juga mineral seperti Ca, P, Na, K, dan I (Dhargalkar dan Pereira, 2005).

Polisakarida yang berasal dari rumput laut memiliki aktivitas biologis yang berpotensi sebagai bahan tambahan obat. Saat ini rumput laut banyak digunakan sebagai sumber serat makanan dan prebiotik (Smit, 2004). Kandungan serat rumput laut mencapai 30-40% berat kering dengan presentasi lebih besar pada kandungan serat larut air, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tumbuhan daratan yang hanya mencapai 15% dari berat kering (Burtin, 2003). Kandungan mineral beberapa rumput laut cukup tinggi dibandingkan dengan tanaman lain. Kandungannya mencapai 36% dari berat kering.

Dua mineral utama yang banyak terkandung dalam rumput laut adalah kalsium dan yodium. Kalsium dapat digunakan sebagai sumber makanan bagi remaja, ibu hamil, dan orang lanjut usia untuk mengatasi defisiensi kalsium, sedang yodium dapat digunakan untuk mengobati penyakit gondok (Fitton, 2005). Rumput laut mekabu kaya yodium dan efektif digunakan sebagai obat kemo kanker payudara (Funahashi *et al.*, 2001).

Ekstraksi serat dari rumput laut segar dapat menggunakan beberapa metode atau lebih pelarut. Ekstraksi rumput laut menjadi ATC atau karagenan dilakukan dengan menggunakan air panas atau larutan alkali panas (Food Chemical Codex, 1981). Suasana alkalis dapat diperoleh dengan menambahkan larutan basa misalnya larutan NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, atau KOH. Berdasarkan Zulfriady dan Sudjatmiko, (1995) dalam Ega *et al.* (2016), penggunaan pelarut KOH berpengaruh terhadap kenaikan rendemen dan mutu karagenan yang dihasilkan. Suhu ekstraksi pada 90°C dapat menghasilkan rendemen karagenan yang lebih tinggi.

Konsentrasi yodium dalam rumput laut ditemukan cukup tinggi dalam larutan KOH encer. Kemungkinan karena proteindan polisakarida dapat dihidrolisis dengan larutan alkali dan yodium terikat pada senyawa organik ini (Xiaolin Houet *al.*, 2000).

Kandungan kalsium yang terdapat pada rumput laut cukup tinggi yaitu 7% dari berat kering dalam makroalga dan mencapai 25 - 34% pada litotamne rumput laut kapur. Berdasarkan hal tersebut di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mempelajari cara ekstraksi rumput laut dengan konsentrasi KOH berbeda-beda

yang dapat diterapkan di tingkat petani rumput laut untuk menghasilkan tepung ATC yang dapat digunakan sebagai bahan baku sumber serat, kalsium, dan yodium alami.

## **BAHAN DAN METODE**

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut kering jenis *Eucheuma cottonii* asal Kupang NTT. Bahan kimia yang digunakan berupa KOH dan bahan kimia lain yang digunakan untuk uji kimia tepung rumput laut. Alat-alat yang digunakan adalah kompor, panci, timbangan, oven, desikator, refrigerator, neraca analitik, *hot plate*, *termocouple*, termometer, *stop watch*, neraca analitik, inkubator, pH meter, *disc mill*, vorteks, dan peralatan gelas.

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus 2016 hingga Januari 2017 bertempat di Laboratorium Pengolahan pangan Gizi Uhamka, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Produk dan Bioteknologi Kelautan (BBP4BKP) Slipi, dan Laboratorium Pengujian Kimia dan lingkungan SMAKBO Bogor.

### **Tahapan Penelitian**

Rumput laut *Eucheuma cottonii* ditimbang sebanyak 1,5 kg kemudian cuci dengan air mengalir hingga bersih. Pencucian di sini bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan garam yang masih menempel. Rumput laut yang telah dicuci kemudian ditiriskan. Setelah itu rumput laut diekstrak menggunakan larutan KOH dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 6%, 7%, dan 8 % pada suhu 80-90 °C selama 1 jam.

Rumput laut yang telah diekstrak ditiriskan kemudian dicuci dengan air

mengalir hingga pH netral. Kemudian rumput laut tersebut dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari. Dari proses ini diperoleh ATC (*alkali treatment caragenan*).

ATC yang diperoleh dianalisis kandungan kimianya berupa analisis kadar air, kadar abu, kadar serat kasar, dan kadar mineral (kalsium dan yodium).

### **Rancangan Percobaan**

Pada penelitian ini data analisis sifat kimia tepung ATC rumput laut ditabulasikan dan dianalisis deskriptif.

## **HASIL**

### **Proses Ekstraksi Pengolahan Rumput Laut (Proses Pencucian, Proses Pengeringan, dan Proses Ekstraksi)**

Rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* yang digunakan pada penelitian ini dibudidayakan di Kupang, NTT. Rumput laut (Algae) yang diperoleh dari perairan Kupang diolah menjadi ATC (*Alkali Treatment Carageenan*) kemudian dilakukan proses penepungan dengan menggunakan *disc mill*.

Proses pengolahan rumput laut menjadi tepung rumput laut (ATC) pada prinsipnya sangat sederhana, yaitu dengan merebusnya dalam larutan KOH pada suhu di atas 80-90°C selama 1 jam. Rumput laut kemudian dinetralkan kembali dengan pencucian berulang-ulang hingga mencapai pH netral (pH 7), setelah itu dipotong-potong dan dikeringkan sehingga diperoleh ATC yang berbentuk *chips*. Kemudian ATC yang diperoleh dihaluskan dengan menggunakan *disc mill*.

Proses pengeringan rumput laut pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sinar matahari. Lama

pengeringan tergantung dari kondisi cuaca. Pada penelitian ini dilakukan proses ekstraksi rumput laut dengan menggunakan KOH dengan konsentrasi

yang berbeda-beda yaitu 6%, 7%, dan 8%. Setelah penyaringan, dilakukan pencucian kembali sampai tercapai pH 7. Lalu dijemur di bawah sinar matahari.

**Tabel 1.**

**Hasil rendemen tepung ATC (Alkali Treatment Carrageenan) *E. cottonii***

Treatment	Berat Bahan Baku	Berat Setelah di keringkan	Rendemen
			(%)
RL Kering	1.5 kg	569	37,9
RL Kering (Ekstrak KOH 6%)	1.5 kg	399	26.6
RL Kering(Ekstraksi KOH 7 %)	1.5 kg	401	26.7
RL Kering(Ekstraksi KOH 8%)	1.5 kg	487	32.5

Proses ekstraksi rumput laut dilakukan dengan proses perebusan rumput laut yang ditambahkan KOH 6% dari berat rumput laut yang direbus. Suhu air diatur menjadi 80-90 °C selama 1 jam. Setelah itu, dilakukan penyaringan dan pencucian berulang kali sampai pH 7.

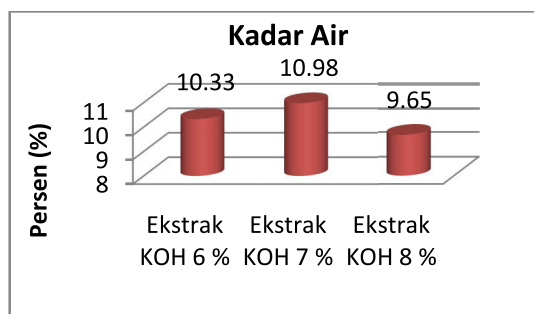
Perlakuan ekstraksi rumput laut dengan konsentrasi KOH yang berbeda menghasilkan rendemen tepung rumput laut sebesar 26,6 – 32,5%. Dari Tabel 1 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH yang digunakan dalam ekstraksi rumput laut semakin tinggi rendemen ATC (Alkali Treatment Carrageenan) yang dihasilkan. Berdasarkan persyaratan mutu rendemen karagenan (SNI 01-2690-1998) mensyaratkan kadar karagenan rumput laut kering tidak kurang dari 25 persen. Hal ini menunjukkan rendemen yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi standar.

**Menganalisis Kadar Air, Abu, Karbohidrat, Serat Kasar, Kalsium, dan Yodium) ATC Rumput Laut *E. cottonii***

Sifat kimia ATC *Eucheuma cottonii* yang dianalisis adalah kadarair, kadar abu, kadar karbohidrat, kadar serat kasar, kadar kalsium, dan kadar yodium.

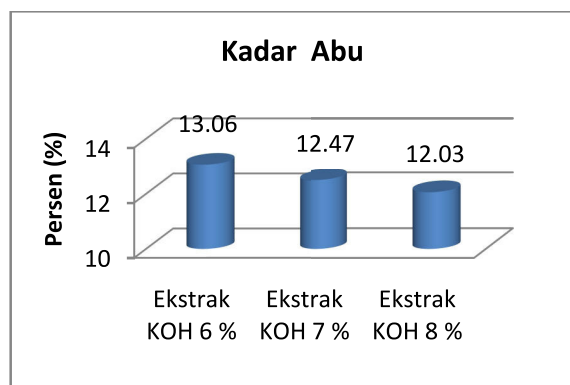
**a. Kadar Air dan Abu**

Pengujian kadar air dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar kandungan air dalam tepung rumput laut (ATC). Kadar air dalam tepung rumput laut sangat berpengaruh terhadap umur simpannya (Wenno et al., 2012). Rata-rata kadar air tepung rumput laut yang dihasilkan berkisar antara 9,65-10,98%. Kandungan kadar air pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kadar air ATC rumput laut *E. cottonii*

Total abu merupakan total mineral yang ada dalam bahan pangan. Berdasarkan hasil penelitian (Gambar 2) menunjukkan bahwa perlakuan ekstraksi dengan konsentrasi KOH yang berbeda akan menghasilkan kadar abu tepung rumput laut sebesar 12,03-13,06%. Hal ini dapat dilihat bahwa semakin tingginya konsentrasi KOH maka semakin rendah pula kadar abu tepung rumput laut.



Gambar 2. Kadar abu ATC rumput laut *E.cottonii*

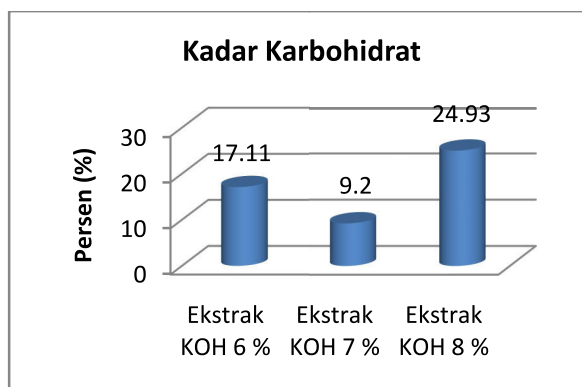
#### b. Kadar Karbohidrat dan Serat Kasar

Perlakuan konsentrasi KOH menghasilkan kadar karbohidrat tepung rumput laut sebesar 9,2–24,93%. Terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH maka semakin tinggi kadar karbohidrat. Hasil ekstraksi karbohidrat dari rumput

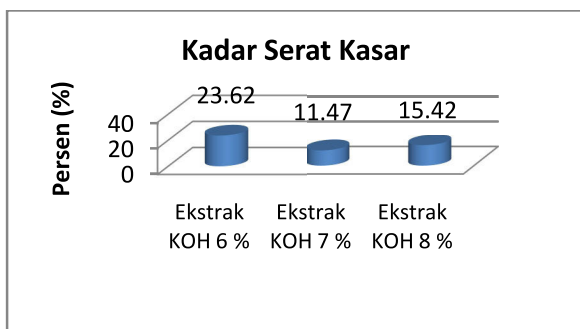
laut *Euचेuma cottonii* asal Kupang dapat dilihat pada Gambar 3.

Diketahui bahwa konsentrasi KOH dan suhu ekstraksi dapat menyebabkan polimer karagenan dilepaskan dari dinding sel rumput laut sehingga kadar karbohidrat karagenan meningkat. Patria (2008) melaporkan bahwa penggunaan KOH dalam ekstraksi karagenan mempunyai 2 fungsi, yaitu membantu ekstraksi polisakarida menjadi lebih sempurna dan mempercepat eliminasi 6-sulfat dari unit monomer menjadi 3,6- anhidro-D-galaktosa sehingga dapat meningkatkan karbohidrat.

Karbohidrat merupakan senyawa organik yang terdiri atas serat kasar dan bahan bebas tanpa nitrogen (*nitrogen free extract*). Jadi unsur-unsur karbohidrat terdiri atas karbon, hidrogen, dan oksigen dalam perbandingan yang berbeda. Karbohidrat dalam bentuk sederhana umumnya lebih mudah larut dalam air daripada lemak atau protein. Kandungan karbohidrat dalam bentuk serat kasar dalam jumlah tertentu diperlukan untuk membentuk gumpalan kotoran sehingga memudahkan dalam pengeluaran feses dari dalam usus.



Gambar 3. Kadar karbohidrat ATC rumput laut *E. cottonii*



Gambar 4. Kadar serat kasar ATC rumput laut *E.cottonii*

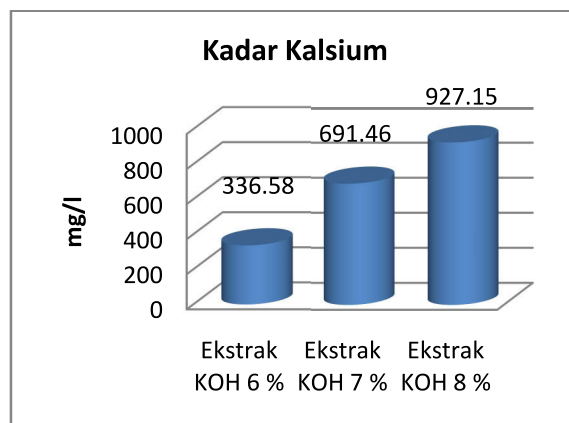
Perlakuan konsentrasi KOH menghasilkan kadar serat kasar tepung rumput laut sebesar 11,47- 23,62%. Semakin tinggi konsentrasi KOH yang digunakan dalam ekstraksi maka semakin rendah kadar serat kasar yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

#### d. Analisis Kandungan Mineral (Kalsium dan Yodium) dari Tepung Rumput Laut *E. cottonii*

Rumput laut mengandung berbagai jenis mineral makro dan mikro dalam perbandingan yang baik untuk nutrisi. Winarno (1990) menyatakan bahwa kandungan gizi terpenting dari rumput laut terletak pada *trace element* terutama yodium. Sumbangan gizi yang cukup bermakna dari rumput laut, terutama dari jenis merah dan coklat, adalah kandungan mineral (*trace element*), seperti K, Ca, P, Na, Fe, dan yodium.

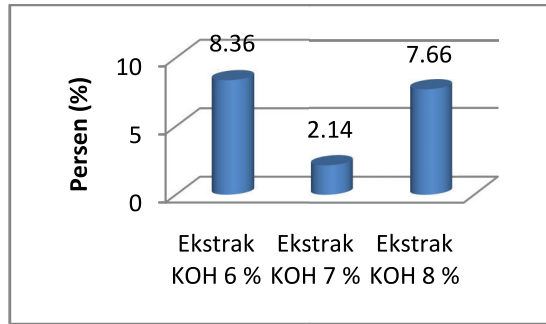
Kadar kalsium yang diperoleh dari percobaan ini antara 336,58–927,15 mg/l (Gambar 5). Peranan kalsium dalam pembekuan darah yaitu kalsium menstimulasi pembebasan tromboplastin dari darah. Tromboplastin mengkatalisis perubahan protrombin menjadi trombin. Kalsium sebagai aktivator enzim yaitu

pada aktivasi enzim lipase pankreas pada proses pencernaan lemak. Selain itu juga pada enzim fosfatase yang menghidrolisis glukosa 6-P menjadi glukosa dan fosfat. Enzim lain yang diaktifkan oleh kalsium adalah kolin esterase, miosin ATP ase, suksinat dehidrogenase.



Gambar 5. Kadar ATC kalsium rumput laut *E. cottonii*

Rumput laut memiliki kandungan mineral yodium karena habitat hidupnya di laut. Goiter merupakan penyakit pembesaran kelenjar tiroid yang diakibatkan karena kekurangan yodium. Suatu penelitian menyimpulkan bahwa suplementasi yodium dengan mengonsumsi rumput laut dapat menurunkan risiko goiter. Kandungan yodium dalam rumput laut berkisar antara 2,14–8,36% dan yang tertinggi terdapat pada kadar ekstraksi rumput laut dengan kadar KOH 6%.



Gambar 6. Kadar Yodium ATC Rumput laut *Eucheuma cottonii*

## DISKUSI

Penggunaan konsentrasi KOH yang berbeda pada proses ekstraksi bertujuan untuk mendapatkan rendemen, serat kasar, yodium, dan kalsium yang optimal. Rendemen yang dihasilkan dari ekstraksi rumput laut dipengaruhi oleh konsentrasi KOH dan suhu yang digunakan pada saat ekstraksi rumput laut. Rendemen terbesar diperoleh dari konsentrasi ekstrak KOH 8% yaitu sebesar 32,5%. Hal ini terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH yang digunakan dalam ekstraksi rumput laut semakin tinggi rendemen tepung rumput laut yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan Kadir *et al.* (2013), bahwa rendemen karagenan mengalami peningkatan dengan bertambahnya konsentrasi KOH. Konsentrasi KOH sangat memengaruhi rendemen yang dihasilkan karena semakin tinggi konsentrasi KOH selama proses alkalisasi berlangsung, menyebabkan pHnya semakin tinggi sehingga kemampuan KOH dalam mengekstrak semakin besar. Semakin tinggi suhu ekstraksi maka rendemen semakin tinggi hal ini dikarenakan rumput laut dapat terekstrak sempurna pada suhu yang tinggi sehingga menghasilkan rendemen yang tinggi (Hudha *et al.*,

2012). Penambahan KOH menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah rendemen karagenan yang dihasilkan, karena perlakuan penambahan alkali menyebabkan kemampuan untuk mengekstrak semakin tinggi, di mana perlakuan alkali membantu ekstraksi polisakarida menjadi sempurna dan mempercepat terbentuknya 3,6-anhidrogalaktosa selama proses ekstraksi berlangsung (Mustamin, 2012).

Air merupakan salah satu faktor yang memengaruhi umur simpan dari produk pangan. Kadar air terendah tepung rumput laut diperoleh pada perlakuan ekstraksi KOH 8%. Terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH yang digunakan pada saat ekstraksi maka semakin rendah kadar air tepung ATC yang dihasilkan. Hal ini diduga disebabkan oleh kemampuan KOH dalam mengekstrak dan menghambat terjadinya peningkatan air dalam molekul Tepung ATC rumput laut *Eucheuma cottonii* sehingga kadar air menjadi berkurang.

Kadar abu yang terdapat pada tepung rumput laut berkisar 12,03-13,06%. Penggunaan KOH dalam ekstraksi rumput laut menyebabkan kation  $K^+$  bereaksi dengan karagenan sehingga menghasilkan kadar abu yang tinggi. Seperti yang dikemukakan oleh Basmal *et al.* (2005) bahwa peningkatan kadar abu disebabkan adanya jumlah kation  $K^+$  yang bereaksi dengan karagenan lebih banyak atau sebaliknya.

Ekstraksi rumput laut dengan konsentrasi KOH 6% menghasilkan kandungan serat tertinggi sebesar 23,52% dibandingkan dengan ekstraksi menggunakan KOH 7% dan 8% yaitu sebesar 11,47% dan 15,42%.

Hal ini sejalan dengan penelitian Almatsier (2009) dan Mustamin (2012) bahwa penurunan kadar serat kasar seiring dengan penambahan KOH, yakni semakin tinggi konsentrasi KOH semakin rendah kadar serat kasar yang dihasilkan. Menurut Rasyid (2003) bahwa yang perlu diperhatikan dalam pembuatan karagenan adalah proses ekstraksi yang meliputi cara ekstraksi, pH, waktu dan suhu karena akan memengaruhi mutu karagenan.

Ekstraksi rumput laut dengan konsentrasi KOH 8% menghasilkan kadar kalsium tertinggi sebesar 927,15 mg/l dibandingkan dengan KOH 6% dan 7% yaitu sebesar 336,58 mg/l dan 691,46 mg/l. Menurut Ramazanov (2006), kandungan kalsium dalam rumput laut dapat mencapai 7% dari berat kering dan 25-34% dari rumput laut yang mengandung kapur.

Kalsium merupakan kation yang berperan untuk pembentukan gel, sesuai dengan yang telah dilaporkan oleh Morris dan Chilver (1983). Menurut Tako dan Nakamura (1987) yang menyatakan bahwa kation yang berperan selama pembentukan gelasi iota-karagenan adalah  $Ca^{2+}$ , sedangkan untuk kappa-karagenan adalah kation  $K^+$ . Kalsium merupakan kation divalen yang mampu membentuk jembatan intra-molekul antara kelompok sulfat dengan anhidro-D-galaktosa dan residu dari D-galaktosa pada iota-karagenan. Jembatan antarmolekul yang terbentuk akibat  $Ca^{2+}$  menyebabkan larutan karagenan membentuk struktur kuarternar jika didinginkan. Sebaliknya,  $K^+$  akan menginduksi penggabungan antarmolekul kappa-karagenan dengan membentuk ikatan ion antara  $K^+$  dan kelompok sulfat pada residu D-galaktosa sehingga

terbentuk ikatan elektrostatik sekunder antara  $K^+$  dengan atom oksigen anhidro dari residu galaktosa yang berdekatan (Thrimawithana *et al.*, 2010).

Kandungan iodin yang terdapat pada rumput laut cukup tinggi yaitu antara 2,14–8,36%. Kandungan tertinggi pada konsentrasi ekstraksi KOH 6%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. 2009. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Basmal J, Syarifudin, Ma'ruf WF. 2005. Pengaruh Konsentrasi Larutan Potasium Hidroksida terhadap Mutu Karagenan Kertas. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 9 (5): 95-103.
- Burtin P. 2003. Nutritional Value of Seaweeds. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* 2(4):498-503.
- Ega L., Cynthia Gracia Cristina Lopulalan dan Firat Meiyasa Ega L. *et al.* 2016. Kajian Mutu Karagenan Rumput Laut *Euचेuma cottonii* Berdasarkan Sifat Fisiko-Kimia pada Tingkat Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5 (2).
- Dhargalkar V. K. dan Pereira N. (2005). Seaweed promising plant of the millennium. *Science and Culture*, 71, 60–66.
- Fitton H. 2005. Marine Algae and Health: A Review of The Scientific and Historical Literature. *Food Chemicals Codex: Third Edition*. (1981). National Research Council. The National Academies Press.



- Washington, DC: <https://doi.org/10.17226/19642>
- Funahashi, H., Imai, T., Mase, T., Sekiya, M., Yokoi, K., Hayashi, H., *et al.* 2001. Seaweed prevents breast cancer. *Japanese Journal of Cancer Research*, 92(5), 483-487.
- Hudha M. I., Sepdwiyantri, R., Sari, S. C. 2012. Ekstraksi Karagenan dari Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*) dengan Variasi Suhu Pelarut dan Waktu Operasi. *Berkala Ilmiah Teknik Kimia* 1(1) : 17-20.
- Mohamed, S., Hashim, S.N and Hafeedza Abdulah. 2011. A sustainable functional food for complementary an alternative therapy. *Trends in Food Science & Technology* 23 : 83-96.
- Morris, V.J and Chilver, G.R. 1981. Rheological Studies of specific cation forms of kappa- carageenan gels. *Carbohydrate polym.* 3 : 129-141.
- Mustamin Fatimah ST. 2012. Studi Pengaruh Konsentrasi KOH dan Lama Ekstraksi terhadap Karakteristik Karagenan dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). Skripsi Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makasar.
- Patria A. 2008. Pemanfaatan Karagenan dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* pada Pembuatan Dodol Kentang. Skripsi Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hlm. 3-5.
- Rasyid A. 2003. Alga Coklat (Phaeophyta) sebagai Sumber Alginat. *Oseana* Volume XXVIII No. 1: 33- 38.
- Ramazanov, Z., 2006. New wave of health from the sea. *Nutraceuticals World* 2(6): 38-39.
- Smit, A. J. 2004. Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: A review. *Journal of Applied Phycology*, 16, 245–262.
- Tako, M., Nakamura, S. and Kohda, Y. 1987. Indicative Evidence for a Conformational Transition in  $\iota$ -Carrageenan. *Carbohydrate Research*, 161, 247-253. [http://dx.doi.org/10.1016/S0008-6215\(00\)90081-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0008-6215(00)90081-8)
- Thrimawithana, T.R, S. Young, D.E. Dunstan and R.G. Alany. , 2010. Texture and rheological characterization of kappa and iota carageenan in the presence of caunter ions. *Carbohyd. Polym.* 82 : 69-77.
- Wenno MR, JL Thenu, CGC Lopulalan. 2012. Karakteristik Kappa Karagenan dari *Kappaphycus alvarezii* pada berbagai Umur Panen. *JPB Perikanan* Vol. 7 No. 1: 61–67.
- Winarno F.G. 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 107 Hlm.
- Xiaolin Hou, Xiaojun Yan & Chifang Chai 2000. Iodine-bound biological macromolecules. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 245, No. 3: 461–467.
- Zulfriady D, dan W Sudjatmiko. 1995 . Pengaruh Kalsium Hidroksida dan Sodium Hidroksida terhadap mutu Karagenan Rumput Laut *E. spinosum*. *Jurnal Pusat Penelitian dan Pengembangan Bidang Pasca Panen*. Jakarta. Hal : 137-146.