

KARAKTERISTIK FISIKA KIMIA KARAGINAN RUMPUT LAUT JENIS *Kappaphycus alvarezii* PADA UMUR PANEN YANG BERBEDA DI PERAIRAN DESA TIHENGO KABUPATEN GORONTALO UTARA

Maya Harun, Roike I Montolalu dan I Ketut Suwetja

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara.

ABSTRAK

Rumput laut merupakan salah satu komoditas unggulan di kabupaten Gorontalo Utara. Salah satu jenis rumput laut yang dibudidayakan di Kabupaten Gorontalo Utara adalah *Kappaphycus alvarezii*. *K. Alvarezii* memiliki nilai ekonomis penting karena menghasilkan karaginan. Karaginan banyak digunakan sebagai bahan tambahan industri farmasi, bahan tambahan kosmetik, pengatur keseimbangan, bahan pengental, pembentuk gel dan pengemulsi. Mutu karaginan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis rumput laut, tingkat pertumbuhan dan umur panen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik kimia rumput laut *K. alvarezii*, membandingkan kandungan karaginan rumput laut *K. alvarezii* dari berbagai umur panen, menentukan umur panen rumput laut yang tepat dalam hubungannya dengan karakteristik karaginan yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah perlakuan umur panen 30 hari ke atas, dengan parameter kandungan rendemen tertinggi diperoleh pada hari ke 40 (30,63%), kadar air terendah diperoleh pada hari ke 30 (17,72%), kadar abu terendah diperoleh pada hari ke 40 (14,62%), nilai viskositas tertinggi diperoleh pada hari ke 30 (85 cP) dan kekuatan gel tertinggi diperoleh pada hari ke 50 (80,31 g/cm²). Berdasarkan hasil parameter tersebut, maka rumput laut *K. alvarezii* yang ada di perairan Desa Tihengo dapat dipanen sejak umur 30 hari.

Kata kunci: Rumput laut, karakteristik karaginan, umur panen.

PENDAHULUAN

Rumput laut atau alga laut (*sea weed*) menempati posisi penting dalam produksi perikanan Indonesia, khususnya usaha perikanan non ikan. Rumput laut merupakan salah satu komoditas unggulan dalam sektor perikanan karena permintaan yang terus meningkat, baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun untuk ekspor. Kebutuhan rumput laut diperkirakan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan untuk konsumsi langsung maupun industri makanan, farmasi dan kosmetik (Kordi, 2010).

Produksi rumput laut Indonesia mengalami peningkatan tiap tahun. Pada tahun 2008 angka produksi sebesar 2,2 juta ton dan mengalami peningkatan mencapai 2,5 juta ton pada tahun 2009. Pada tahun 2014 produksi rumput laut Indonesia diperkirakan mencapai 10 juta ton. Angka ini masih rendah karena potensi budidaya rumput laut Indonesia mencapai 29 juta ton/tahun, yaitu 17 juta ton/tahun budidaya rumput laut di laut/daerah pasang surut dan 12 juta ton/tahun budidaya rumput laut di tambak (Kordi, 2010).

Kebutuhan dunia terhadap karaginan, terus mengalami peningkatan sejalan dengan pertumbuhan penduduk dunia. Karena itu, sangat diperlukan adanya upaya serius untuk memacu produktivitas *Kappaphycus alvarezii* sebagai sumber karaginan, baik secara kuantitas, maupun kualitas. Indonesia sebagai salah satu negara penghasil karaginan (*karagenofita*), hanya mampu mensuplai sekitar 18% kebutuhan karaginan pasar dunia, suatu level produksi yang jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan produser *karagenofita* lainnya, seperti Filipina, yang dapat mensuplai pasar dunia sekitar 62% (Risjani, 1997 dalam Naitu, 2011).

K. alvarezii merupakan jenis yang banyak ditemui di perairan pantai Provinsi Gorontalo. Lokasi penanamannya tersebar di tiga Kabupaten yang ada di Provinsi Gorontalo, namun yang paling dominan adalah di Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara. Secara geografis, Provinsi Gorontalo memiliki keunggulan komparatif, dengan luas daratan 12.215,45 Km² (1.221.544 Ha) dan perairan laut seluas 20.000 mil². Dengan garis pantai sepanjang 560 Km dan berada di

kawasan Teluk Tomini dan Laut Sulawesi, menjadikannya asset daerah yang cukup besar karena relatif dekat dengan pasar perikanan dunia. Provinsi Gorontalo memiliki potensi pengembangan budidaya laut sebesar 5.000 Ha, dan yang dapat dimanfaatkan untuk budidaya rumput laut \pm 2.850 Ha yang tersebar di Kabupaten Gorontalo, Boalemo dan Pohuwato (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Gorontalo, 2007). Namun, pemanfaatan rumput laut hanya terbatas pada pengolahan rumput laut kering dan pengolahan produk makanan dan minuman lokal, sehingga perlu adanya penelitian untuk dapat menghasilkan produk lain yang memiliki nilai ekonomis tinggi, yaitu karaginan.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik fisika kimia karaginan rumput laut *K. alvarezii* pada umur panen yang berbeda yang dibudidayakan di Desa Tihengo Kab. Gorontalo Utara.
2. Membandingkan kandungan karaginan rumput laut *K. alvarezii* dari berbagai umur panen yang diambil dari perairan Desa Tihengo Kab. Gorontalo Utara.
3. Menentukan umur panen rumput laut yang tepat dalam hubungannya dengan karakteristik karaginan yang dihasilkan

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan terdiri atas satu unit alat ekstraksi karaginan, yaitu penangas, *Hot plate*, *Filtering flash*, kain kasa, gunting, Timbangan elektrik, wadah plastik dan peralatan untuk pengujian karakteristik karaginan, yaitu *Texture analyzer XT plus*, *Viscosimeter Brookfield RVT*, oven, tanur, cawan porselin, tang penjepit, desikator, timbangan analitik, thermometer batang, petridish, serta peralatan gelas.

Bahan untuk penelitian ini terdiri atas: rumput laut, air tawar, Ethanol absolute, akuades, NaOH dan kertas lakmus.

Tata laksana penelitian

Sampel rumput laut *K. alvarezii* dipanen dalam enam tingkat umur panen, yaitu 0 hari, 10 hari, 20 hari, 30 hari, 40 hari dan 50 hari. Masing-masing sampel diperlakukan sama mulai dari panen, perendaman, dan pencucian. Rumput laut dicuci dengan air bersih dan

dikeringkan. Selanjutnya rumput laut dipotong-potong untuk memudahkan proses ekstraksi.

Adapun tahap ekstraksi karaginan berdasarkan metode SNI03-70-1990 sebagai berikut:

1. 5 g rumput laut yang telah dicuci dan dipotong-potong kecil dimasukkan ke dalam gelas piala.
2. Ditambahkan akuades sampai semua rumput laut terendam \pm 100 ml selama 24 jam
3. Setelah itu dicuci hingga bersih pada air yang mengalir.
4. Memasukkan kembali rumput laut ke dalam gelas piala yang berisi akuades dan ditambahkan larutan NaOH 1 %.
5. Atur pH sampel sekitar 8,5–9.
6. Sampel dipanaskan di atas penangas air pada suhu 70–90°C selama 3 jam, pada saat itu rumput laut akan hancur dan menjadi gel
7. Disaring dalam keadaan panas dengan kain kasa menggunakan *filtering flash* dan pompa vakum yang di dalamnya berisi \pm 25 ml Ethanol absolute.
8. Hasil saringan ditampung dalam wadah plastik.
9. Dipindahkan ke dalam petridish yang telah diketahui beratnya kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam.
10. Setelah dingin petridish ditimbang.

Karakterisasi karaginan dilakukan dengan menguji rendemen, sifat kimiawi, dan fisik. Uji kimiawi meliputi kadar air dan kadar abu dengan metode Sudarmadji *dkk.* (1989). Uji fisik meliputi viskositas diukur dari larutan 0,3% karaginan pada suhu 100°C dengan menggunakan *Viscosimeter Brookfield RVT*. Kekuatan gel diukur dengan menggunakan *Texture Analyzer* dari karaginan basah yang telah disimpan semalaman.

Penelitian ini dilakukan dengan rancangan acak lengkap faktor tunggal dengan 2 kali ulangan. Data dianalisis dengan metode *analysis of variants* (Anova). Untuk melihat taraf perlakuan yang berbeda, dilanjutkan dengan Beda Nyata Terkecil/BNT (pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%).

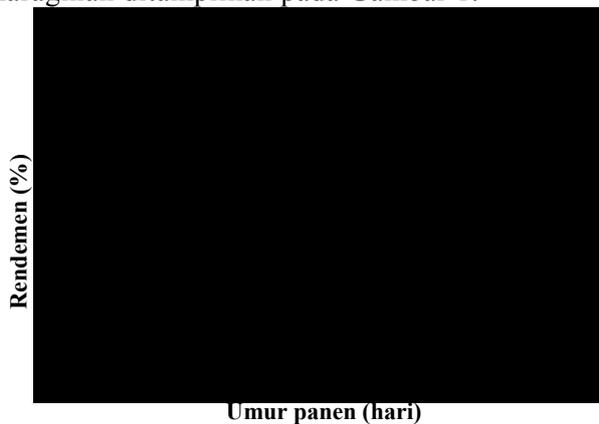
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik fisika kimia karaginan Rendemen karaginan

Rata-rata nilai rendemen tepung karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 23,01–30,63%. Jika dibandingkan dengan standar minimum

rendemen karaginan yang ditetapkan oleh Departemen Perdagangan (1989) dalam Samsuar (2006), sebesar 25%, maka ada beberapa perlakuan yang memenuhi standar tersebut yakni pada perlakuan 10, 40 hari, sedangkan pada perlakuan 20, 30 dan 50 hari masih belum memenuhi standar.

Hasil analisis ragam rendemen karaginan menunjukkan bahwa perbedaan umur panen rumput laut tidak memberikan pengaruh yang nyata pada taraf nyata ($p < 0,05$) dan ($p < 0,01$) terhadap rendemen karaginan yang dihasilkan. Untuk histogram rendemen karaginan ditampilkan pada Gambar 1.



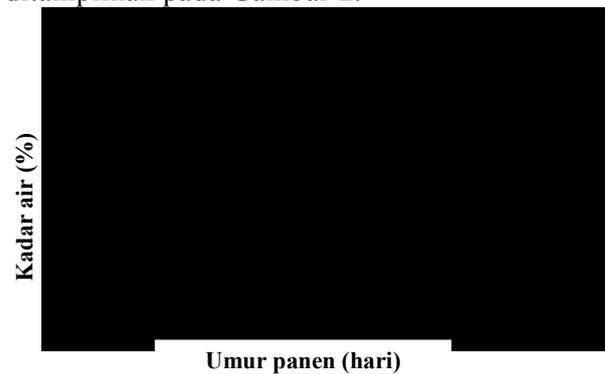
Gambar 1. Rendemen karaginan pada umur panen yang berbeda.

Pada penelitian ini, rendemen karaginan mengalami peningkatan pada perlakuan 10 dan 40 hari kemudian mengalami penurunan pada perlakuan 20, 30 dan 50 hari. Hal ini bertolak belakang dengan penelitian yang dilakukan oleh Samsuar (2006), dimana semakin tua umur panen maka kandungan polisakarida yang dihasilkan semakin banyak sehingga karaginnanya juga semakin tinggi. Namun pada penelitian ini terbukti bahwa umur panen 40 hari mengandung rendemen lebih tinggi. Hal ini diduga akibat pengeringan rumput laut yang kurang maksimal, sehingga masih banyak kadar air yang terkandung di dalam bahan baku rumput laut. Oviantari dan Purwata (2007) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kadar air yang banyak dalam bahan baku rumput laut dapat menghalangi meresapnya larutan alkali untuk mengekstrak (memisahkan) karaginan dari komponen-komponen rumput laut lainnya. Keberadaan air dalam jaringan rumput laut seolah-olah melindungi setiap komponen penyusun rumput laut dari serangan larutan pengeksrak melalui aktivitas solvasinya, sehingga karaginan yang dihasilkan masih

banyak mengandung komponen-komponen lain (selain karaginan). Hal inilah yang menyebabkan rendemen karaginan yang dihasilkan menjadi lebih besar.

Kadar air

Rata-rata nilai kadar air karaginan pada penelitian ini berkisar antara 17,76–21,59%. Kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini tidak memenuhi kisaran standar mutu karaginan yang ditetapkan oleh FAO yaitu maksimum 12% (FAO, 2007 dalam Hakim dkk., 2011). Untuk histogram kadar air karaginan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kadar air karaginan pada umur panen yang berbeda.

Berdasarkan hasil analisis ragam bahwa perbedaan umur panen tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) dan ($p < 0,01$) terhadap kadar air karaginan yang dihasilkan. Kadar air terendah terdapat pada perlakuan 30 hari yaitu sebesar 17,72%, sedangkan kadar air tertinggi pada perlakuan 40 hari yaitu sebesar 21,59%.

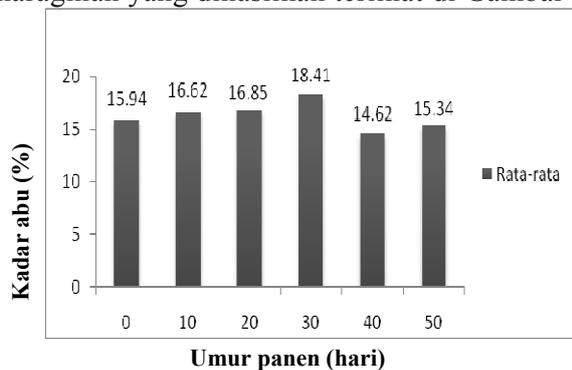
Kadar air karaginan pada perlakuan umur panen 40 hari menunjukkan peningkatan, hal ini diduga disebabkan karena hasil pemisahan dan penyaringan karaginan dari ethanol bentuknya lebih menggumpal sehingga lebih tebal. Akibatnya pada saat pengeringan dalam oven masih banyak air yang terperangkap di dalam bahan.

Mualifah dan Puspitasari (2007) dalam Naidu (2011) menyatakan bahwa ketebalan bahan berpengaruh terhadap hasil pengeringan. Hal ini terjadi karena semakin tebal bahan, transfer massa dan panas pada bahan akan semakin sulit. Kesulitan ini terjadi karena semakin banyak air terikat pada bahan akan lebih sulit untuk diuapkan dibandingkan dengan air bebas. Hal yang sama terjadi juga pada bahan padatan karena dibanding produk cair, air bebas bahan padatan lebih banyak. Sehingga

transfer moisture dan panas akan semakin kecil. Kadar air karaginan yang dihasilkan berbanding lurus dengan rendemen, dimana semakin besar kadar air karaginan, maka rendemen yang diperoleh semakin tinggi begitupula sebaliknya. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh Oviantari dan Parwata (2007) yakni, semakin besar kadar air dalam rumput laut maka semakin tinggi tingkat rendemen karaginan yang dihasilkan. Tingginya kadar air pada penelitian ini, kemungkinan juga disebabkan oleh pengeringan bahan baku rumput laut yang kurang maksimal dan waktu ekstraksi yang terlalu cepat sehingga keterlibatan air bahan dalam proses sintesis polisakarida selama ekstraksi tidak banyak. Akibatnya kadar air yang diuji pada karaginan hasil ekstraksi masih relatif tinggi.

Kadar abu

Rata-rata nilai kadar abu karaginan yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 14,62–18,41%. Jika dibandingkan dengan standar karaginan yang ditetapkan oleh FAO yaitu sekitar 15–40% FAO (2007) dalam Hakim dkk. (2011) hanya perlakuan 40 hari yang tidak memenuhi standar tersebut, namun sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Food Chemical Codex (FCC) yaitu maksimal 35% (FCC, 1981 dalam Hakim dkk, 2011). Pengaruh perlakuan yang diterapkan terhadap kadar abu karaginan yang dihasilkan terlihat di Gambar 3.



Gambar 3. Kadar abu karaginan pada umur panen yang berbeda.

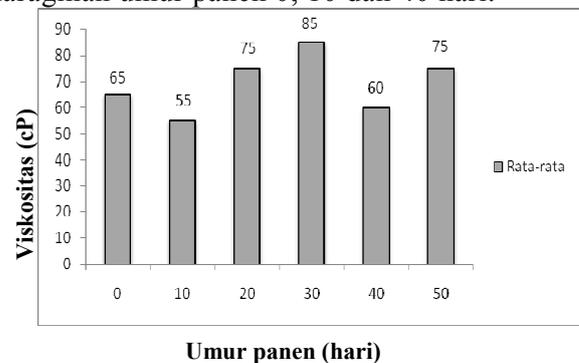
Berdasarkan hasil analisis ragam bahwa perbedaan umur panen tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) dan ($p < 0,01$) terhadap kadar abu karaginan yang dihasilkan. Kadar abu terendah terdapat pada perlakuan 40 hari yaitu sebesar 14,62 %. Sedangkan kadar abu tertinggi pada perlakuan 30 hari yaitu sebesar 18,41%.

Rendahnya kadar abu yang dihasilkan pada penelitian ini, kemungkinan disebabkan oleh kurangnya kandungan mineral di lokasi pembudidayaan rumput laut dan rendahnya salinitas di perairan tersebut. Berdasarkan peta sumberdaya mineral Provinsi Gorontalo PKSPL (2002) dalam Naiu (2011), lokasi budidaya yang terletak di Kecamatan Kwandang bukan merupakan daerah sumberdaya mineral.

Viskositas

Rata-rata viskositas karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 55–85 cP. Nilai viskositas tertinggi dan terendah berturut-turut diperoleh pada perlakuan umur panen 30 hari dan perlakuan umur panen 10 hari. Nilai viskositas yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi standar yang ditetapkan oleh FAO (2007) dalam Hakim dkk. (2011) yaitu minimal 5 cP.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan umur panen memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) dan ($p < 0,01$) terhadap viskositas yang dihasilkan. Pengaruh perlakuan terhadap viskositas karaginan yang dihasilkan terlihat pada Gambar 4. Hasil uji lanjut dengan BNT menunjukkan bahwa umur panen 30 hari memiliki viskositas tertinggi, dan nilai ini berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan karaginan umur panen 0, 10 dan 40 hari.



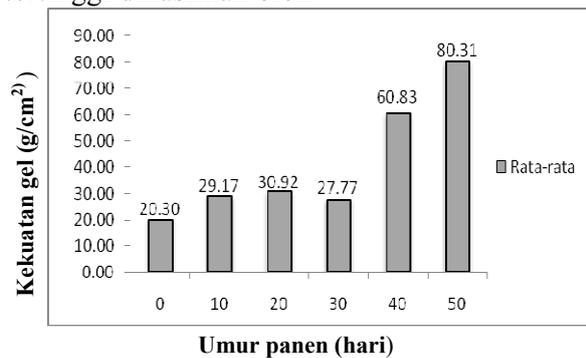
Gambar 4. Viskositas karaginan pada umur panen yang berbeda

Hal yang menyebabkan besarnya viskositas pada umur panen 30 hari, diduga bahwa bahan baku rumput laut 30 hari memiliki kadar air yang rendah akibat dari pengeringan yang terlalu lama. Vivi dan Parwata (2007) dalam penelitiannya menyatakan bahwa semakin rendah kadar air dalam bahan baku rumput laut, maka semakin besar viskositas karaginan yang dihasilkan. Hal ini berkaitan erat dengan rendemen karaginan yakni, rumput laut dengan kadar air tinggi akan menghasilkan

karaginan dengan tingkat rendemen besar, karena masih mengandung banyak pengotor atau komponen-komponen lain dari rumput laut tersebut (selain karaginan) yang berdampak pada berat karaginan yang dihasilkan. Keadaan ini menyebabkan viskositas karaginan yang dihasilkan dari rumput laut dengan kadar air tinggi lebih rendah dibandingkan viskositas karaginan yang dihasilkan dari rumput laut dengan kadar air rendah. karena masih mengandung banyak pengotor yang memiliki viskositas relatif lebih rendah dibandingkan karaginan.

Kekuatan gel

Kekuatan gel karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 20,30–80,31 g/cm² seperti terlihat pada Gambar 5, dengan nilai terendah dihasilkan oleh perlakuan umur panen 0 hari yaitu sebesar 20,30 g/cm² dan nilai tertinggi dihasilkan oleh



Gambar 5. Kekuatan gel karaginan pada umur panen yang berbeda

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan umur panen memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,05$) dan ($p < 0,01$) terhadap kekuatan gel yang dihasilkan. Pengaruh perlakuan terhadap kekuatan gel karaginan yang dihasilkan terlihat pada Gambar 5. Hasil uji lanjut dengan BNT menunjukkan bahwa umur panen 50 hari memiliki kekuatan gel tertinggi, dan nilai ini berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan karaginan umur panen 10, 20, 30 dan 40 hari.

Kekuatan gel karaginan hasil penelitian ini masih lebih rendah daripada kekuatan gel karaginan hasil penelitian Murdinah (tanpa tahun) yaitu berkisar antara 135,7–241,9 g/cm². Hal ini diduga akibat rendahnya konsentrasi pelarut alkali yang digunakan untuk mengekstrak rumput laut, karena menurut Suryaningrum *dkk.* (2003) dalam Murdinah (2011), bahwa untuk meningkatkan gel karaginan maka rumput laut harus mendapat

perlakuan alkali baik dalam alkali panas atau dingin. Perebusan bahan baku rumput laut dengan alkali 6–8% dapat meningkatkan kekuatan gel karaginan yang dihasilkan sampai lebih dari 1000 g/cm

Hasil kekuatan gel yang diperoleh berbanding terbalik dengan nilai viskositas, dimana semakin tinggi nilai viskositas maka kekuatan gel yang diperoleh semakin rendah begitupula sebaliknya. Hal ini diduga karena penggunaan NaOH pada proses ekstraksi, dimana Na⁺ menyebabkan rendemen karaginan yang kental dengan kekuatan gel yang rendah (Rasyid, 2003 dalam Alam, 2011).

Jenis penggunaan basa juga berpengaruh pada rendemen dan kekuatan gel. Pada penelitian terdahulu, menunjukkan bahwa ekstraksi karaginan menggunakan KOH berpengaruh pada kenaikan rendemen (Samsuar, 2006). Menurut Andriani (2006) dalam Hakim *dkk.* (2011) adanya penggunaan KOH selama proses ekstraksi, berperan sebagai stabilizer dengan meningkatkan titik leleh karaginan di atas suhu pemanasannya ($\pm 80^{\circ}\text{C}$) sehingga tidak larut menjadi pasta.

Penggunaan KOH dalam proses ekstraksi juga mampu meningkatkan kekuatan gel kappa karaginan. Hal ini disebabkan karena kappa karaginan sensitif terhadap ion K⁺ yang mampu meningkatkan kekuatan ionik dalam rantai polimer karaginan sehingga gaya antar molekul terlarut semakin besar yang menyebabkan keseimbangan antara ion-ion yang larut dengan ion-ion yang terikat di dalam struktur karaginan dapat membentuk gel (Hakim *dkk.*, 2011).

Moirano (1977) dalam Basmal (2005), semakin tinggi kandungan sulfat, kekuatan gel semakin rendah tetapi nilai kekentalan menjadi tinggi. Dalam laporan penelitiannya, Samsuar (2006) menyatakan bahwa semakin tua umur panen rumput laut maka semakin tinggi kekuatan gel karaginan yang dihasilkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik sifat fisik dan kimia karaginan *K. alvarezii* yang dibudidayakan di perairan Desa Tihengo yang memenuhi standar mutu karaginan yang ditetapkan adalah kadar abu dan Viskositas.

2. Perlakuan terbaik yang dihasilkan adalah umur panen 30 hari ke atas. Parameter kandungan rendemen tertinggi diperoleh pada hari ke 40 (30,63%), kadar air terendah diperoleh pada hari ke 30 (17,72%), kadar abu terendah diperoleh pada hari ke 40 (14,62%), nilai viskositas tertinggi diperoleh pada hari ke 30 (85 cP) dan kekuatan gel tertinggi diperoleh pada hari ke 50 (80,31 g/cm²).
3. Berdasarkan hasil parameter yang diukur dalam penelitian ini, maka rumput laut *K. alvarezii* yang ada di perairan Desa Tihengo dapat dipanen sejak umur 30 hari.

Saran

1. Untuk mendapatkan mutu produksi dan mutu karaginan yang sesuai dengan standar yang ditetapkan, maka umur panen rumput laut *K. alvarezii* di Kabupaten Gorontalo utara disarankan 30 hari.
2. Sebaiknya para nelayan memberikan informasi yang jelas mengenai sumber bibit rumput laut yang dibudidayakan.
3. Kepada pemerintah diharapkan dapat memberikan sosialisasi kepada para masyarakat pesisir dan nelayan mengenai pentingnya karaginan sebagai sumber pendapatan bagi nelayan itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam A., 2011. Kualitas Karaginan Rumput Laut Jenis *Eucheuma spinosum* Di Perairan Desa Punaga Kabupaten Takalar. Konsentrasi Eksplorasi Sumber Daya Hayati Laut, Jurusan Ilmu Kelautan Dan Perikanan. Universitas Hasanudin. Makasar.
- Anggadiredja J.T., A. Zatinika, H. Purwoto, dan S. Istini. 2008. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Basmal J, Suryaningrum T.D dan Yennie Y, 2005. Pengaruh Konsentrasi Larutan Potasium Hidroksida Terhadap Mutu Karaginan Kertas. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 11 (8): 1-9.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Gorontalo, Data Statistik Perikanan Provinsi Gorontalo Tahun 2007.
- Doty MS. 1985. *Eucheuma alvarezii* sp.nov (*Gigartinales, Rhodophyta*) from Malaysia. Di dalam: Abbot IA, Norris JN (editors). Taxonomy of N Economic Seaweeds. California Sea Grant College Program. P: 37-45.
- Hakim A. R., dkk., 2011. Pengaruh Perbandingan Air Pengekstrak, Suhu Presipitasi, Dan Konsentrasi Kalium Klorida (KCL) Terhadap Mutu Karaginan. Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Vol. 6 No.1.
- Hanafiah K,A. 2006. Rancangan Percobaan. Teori dan Aplikasi. Rajawali Pers. Jakarta.
- Indriani, H dan E, Sumiarsih. 1991. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta. 99 hal.
- Irianto, H.E., A Susianti, M. Darmawan, dan Syamdidi, 2005, Penggunaan Kappa Karaginan sebagai Bahan Penstabil Saus Tomat. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 11 (4): 25-32.
- Kordi, K. M. G. H.,2010. Kiat Sukses Budidaya Rumput Laut di Laut dan di Tambak. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Murdinah. Pengaruh Bahan Pengekstrak dan Penjendal Terhadap Mutu Karaginan dari Rumput Laut *eucheuma cottonii*. <http://www.infodiknas.com/-pengaruh-bahan-pengekstrak-dan-penjendal-terhadap-mutu-karaginan-dari-rumput-laut-eucheuma-cottonii.html>. diakses pada tanggal 5 Februari 2013.
- Naiu S, L. Mile, Kalaka S.R. 2011. Karakteristik karaginan dari rumput laut *K. alvarezii* pada umur panen yang berbeda. Laporan Hasil Penelitian Pengembangan Program Studi: Hal 1-36.
- Oviantari M.V. dan Parwata I.P. 2007. "Optimalisasi Produksi Semi-Refined Carrageenan Dari Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Dengan Variasi Teknik Pengeringan Dan Kadar Air Bahan Baku" Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora, 1 (1) : 62-71.
- Petunjuk Praktikum, 2005. Metode Analisis kualitas air. Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Poncomulyo T, Maryani H, dan Kristiani L, 2006. Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Syamsuar. 2006. Karakteristik Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* pada berbagai Umur Panen, Konsentrasi KOH dan Lama Ekstraksi. [tesis]. Bogor. Sekolah Pascasarjana IPB.
- Sudarmadji, Slamet, Suhardi dan Bambang Haryono. 1989. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Suwetja, I.K. 2011. Biokimia Hasil Perikanan Jilid II. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Unsrat. Manado.
- Winarno, F.G. 1990. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 112 hlm.
- Winarno, F.G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Umum. Jakarta. 309 hlm.
- Yasita D. Rahmawati I.D. Optimasi Proses Ekstraksi Pada Pembuatan Karaginan Dari Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Untuk Mencapai Foodgrade <http://eprints.undip.ac.id/3333/1/>. Diakses pada tanggal 14 Oktober 2012.