

SIFAT FISIKO-KIMIA AGAR-AGAR DARI RUMPUT LAUT *Gracilaria chilensis* YANG DIEKSTRAK DENGAN JUMLAH AIR BERBEDA

(The Physico-Chemical Characteristics of Agar from *Gracilaria chilensis*
Extracted Using Different Water Quantity)

B. S. B. Utomo¹ dan N. Satriyana²

ABSTRAK

Pengamatan sifat fisiko-kimia agar-agar dari rumput laut *Gracilaria chilensis* yang diekstrak menggunakan jumlah air berbeda telah dilakukan. Jumlah air pengekstrak yang digunakan dalam ekstraksi ini adalah 15, 20 dan 25 kali berat rumput laut kering. Parameter yang diamati meliputi rendemen, kadar sulfat, kekuatan gel, kadar 3.6 anhydro-galaktosa, titik pembentukan gel dan titik pelelehan gel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen agar-agar tertinggi diperoleh pada ekstraksi menggunakan jumlah air pengekstrak sebanyak 20 kali berat rumput laut kering, yang menghasilkan rendemen 20.21%. Perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar sulfat, kekuatan gel, kadar 3.6 anhydro-galaktosa, titik pembentukan gel dan titik pelelehan gel.

Kata kunci: agar-agar, *Gracilaria chilensis*, sifat fisiko-kimia.

ABSTRACT

Study of physico-chemical characteristics of agar *Gracilaria chilensis* was carried out extracted of using different water quantity. The quantity of water used in this extraction process were 15, 20 and 25 times of the weight of raw material. The parameters observed were yield, sulphate content, gel strength, 3.6 anhydro-galactose content, gelling point and melting point of agar. Result showed that the highest yield of agar was achieved by extraction process using water of 20 times yielding 20.21% of agar. The treatments did not affect significantly to sulphate content, gel strength, 3.6 anhydro-galactose content, gelling point and melting point of agar.

Key words: agar, *Gracilaria chilensis*, physico-chemical characteristics.

PENDAHULUAN

Rumput laut *Gracilaria chilensis* merupakan salah satu jenis rumput laut penghasil agar-agar yang sudah berhasil dibudidayakan di tambak dan banyak dihasilkan di Indonesia. Mengingat potensi produksinya yang sangat tinggi dan kemudahan untuk dibudidayakan, maka potensi penggunaan jenis rumput laut ini untuk industri agar-agar dalam negeri menjadi begitu besar.

Sifat fisiko-kimia suatu fikokoloid seperti agar-agar merupakan salah satu indikator penting kualitas produk tersebut untuk dapat diterima pasar. Agar-agar dengan sifat fisiko-kimia yang berbeda akan mempunyai fungsi yang berbeda dalam penggunaannya di pasaran dan sa-

ngat menentukan harga produk tersebut. Data mengenai sifat fisiko-kimia agar-agar hasil ekstraksi rumput laut *Gracilaria chilensis* khususnya yang dibudidayakan di perairan Indonesia belum banyak dilaporkan.

Jumlah air yang digunakan dalam ekstraksi agar-agar juga berpengaruh terhadap hasil dan kualitas agar-agar yang dihasilkan. Jumlah air yang digunakan dalam ekstraksi agar-agar ini berbeda-beda tergantung jenis rumput laut yang digunakan, karena bila jumlah air ini tidak tepat maka akan menyulitkan dalam penjudulan maupun penyaringan filtratnya. Jumlah air yang biasanya digunakan dalam ekstraksi agar-agar variasinya cukup besar dari 7 sampai 30 kali berat kering rumput laut. Jumlah air yang terlalu banyak akan menyebabkan filtrat tidak dapat dijudulkan, dan bila jumlah air terlalu sedikit akan menyebabkan filtrat sulit disaring. Dalam penelitian ini akan dipelajari sifat fisiko-kimia produk agar-agar dengan menggunakan jumlah air

¹ Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Jakarta.

² Alumni Institut Pertanian Bogor.

yang berbeda untuk menentukan jumlah air yang optimal dalam proses ekstraksinya.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan baku agar-agar dalam penelitian ini adalah rumput laut merah jenis *Gracilaria chilensis* yang berasal dari PT OHAMA Lampung. Bahan baku dikeringkan di lokasi dengan menggunakan panas matahari selama 2 hari sampai kering, kemudian dimasukkan karung dan dibawa ke Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan di Jakarta sebagai tempat penelitian. Sebelum proses ekstraksi agar-agar dilakukan, terhadap bahan baku rumput laut dilakukan analisis yang meliputi kadar air (AOAC, 1999) dan *clean anhydrous weed* (CAW). *Clean anhydrous weed* adalah persentase berat contoh rumput kering bersih setelah dicuci, dipisahkan dari pengotor lain dan dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C sampai berat konstan dibandingkan berat rumput laut awal (Santos dan Doty, 1983). Terhadap agar-agar hasil ekstraksi dilakukan analisis kadar sulfat, rendemen, pengukuran kekuatan gel, kadar 3.6 anhydro-galaktosa, suhu pembentukan gel dan suhu pelelehan gel. Suhu pembentukan gel dilakukan dengan mengukur suhu filtrat agar-agar konsentrasi 2% dengan thermometer digital ketelitian 0.1°C sambil menurunkan suhu media bertahap dengan kecepatan penurunan 0.6°C/menit. Sensor diangkat secara periodik dan suhu pada saat sensor dapat mengangkat gel dari filtrat adalah suhu pembentukan gel. Suhu pelelehan gel diukur dengan memanaskan gel agar-agar dengan konsentrasi 2% yang di atasnya diletakkan gotri dengan kecepatan pemanasan 1°C/menit. Suhu yang tercatat pada saat gotri jatuh ke dasar gel merupakan titik leleh agar-agar (Marine Colloid, 1978). Pengukuran kekuatan gel dilakukan terhadap agar-agar dengan konsentrasi 2% pada suhu 20°C menggunakan *curd meter* (Marine Colloid, 1978). Analisa kadar sulfat dilakukan dengan metode gravimetri, yaitu dengan menimbang garam barium sulfat yang mengendap dari hasil reaksi antara sulfat dalam agar-agar dengan BaCl₂ jenuh (Anonim, 1986).

Tahapan proses ekstraksi agar-agar yaitu perendaman rumput laut kering dalam larutan kaporit 0.25% selama 90 menit. Selanjutnya dilakukan pencucian sampai benar-benar bersih, dan dilakukan praperlakuan asam dengan merendam dalam larutan asam asetat 3% selama

60 menit. Kemudian dilakukan pencucian lagi sampai pH air cucian netral. Ekstraksi agar-agar dilakukan pada suhu 85°C pada pH netral selama 2-3 jam dalam *waterbath* sambil diaduk-aduk. Jumlah air pengekstrak divariasikan sebanyak 15, 20 dan 25 kali berat rumput laut kering. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan *plankton net* dengan ukuran 150 mesh. Filtrat hasil ekstraksi ditambah KCl sebanyak 2% dari rumput laut yang telah dilarutkan sambil diaduk selama 15 menit, kemudian diendapkan dalam pan penjendal selama 12 jam pada suhu ruang. Selanjutnya dilakukan pembekuan dalam freezer selama 24 jam pada suhu -10°C, dan hasilnya di-*thawing* dalam air mengalir. Selanjutnya dikeringkan dengan sinar matahari sampai diperoleh agar-agar kering (Priatama, 1989).

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktor tunggal dengan 3 kali ulangan (Gomez and Gomez, 1984). Terhadap data yang diperoleh dilakukan analisis ragam (*one way anova*) dan apabila ada beda nyata dilanjutkan dengan uji berpasangan *Tukey*. Analisis data dilakukan dengan bantuan program statistik Minitab.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap bahan baku menunjukkan bahwa rumput laut *Gracilaria chilensis* kering mempunyai kadar air sekitar 19.26%. Kadar air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi daya tahan suatu bahan dan menunjukkan kestabilan serta indeks mutu dari bahan pangan. Bahan dengan kadar air tinggi, akan lebih mudah rusak dibandingkan dengan bahan yang berkadar air rendah (Winarno, 1991). Kadar air maksimal yang disyaratkan oleh SII untuk rumput laut kering berkisar antara 15% sampai 32% (Soegiarto dan Sulistyono, 1985). Dengan demikian kadar air rumput laut kering pada penelitian ini sudah memenuhi syarat yang ditetapkan SII.

Kadar CAW rumput laut sebesar 46.18%. Kadar CAW ini menunjukkan kemurnian dari rumput laut, yaitu kebersihan rumput laut tersebut dari kotoran yang melekat seperti pasir, batu karang, atau campuran rumput laut lain. *Clean anhydrous weed* (CAW) merupakan persentase berat rumput laut kering bersih terhadap bahan semula. Dengan demikian maka rumput laut *Gracilaria chilensis* ini memiliki kemurnian

46.18%, sedangkan sisanya adalah air dan *impurities* lainnya seperti rumput laut lain, pasir, garam dan bahan lainnya yang menempel pada rumput laut.

Rendemen, Kekuatan Gel dan Kadar Sulfat

Hasil Rendemen, kekuatan gel dan kadar sulfat agar-agar hasil ekstraksi rumput laut *Gracilaria chilensis* disajikan dalam Tabel 1. Perlakuan jumlah air pengeksrak 20 kali berat rumput laut menghasilkan jumlah rendemen yang paling tinggi yaitu sebesar 20.21% dan perlakuan jumlah air 15 kali berat rumput laut mempunyai nilai rendemen terendah sebesar 17.32%. Hasil penelitian Sukamulyo (1989), menunjukkan bahwa semakin besar jumlah air pengeksrak maka fenomena kelarutan suatu bahan yang dieksraksi dan transfer panas yang diterima akan semakin besar pula. Hal ini akan menyebabkan semakin banyaknya ekstrak agar-agar yang dapat dilarutkan dan dikeluarkan dari dinding sel rumput laut, sehingga rendemen agar-agar yang dihasilkan semakin meningkat. Pada perlakuan jumlah air 15 kali berat rumput laut kering, filtrat agar-agar yang dihasilkan sangat pekat dan sulit untuk disaring sehingga sebagian agar-agar tidak tersaring dan masih tertinggal dalam rumput laut. Selain itu sedikitnya jumlah air juga menyebabkan kelarutan agar-agar dalam air pengeksrak lebih sedikit. Hal ini yang menyebabkan rendemen agar-agar menjadi rendah. Pada perlakuan jumlah air 25 kali berat rumput laut kering, filtrat agar-agar yang diperoleh lebih encer dan sulit menjendal sehingga pada saat proses *thawing* sebagian agar-agar yang terbuang oleh proses pencucian. Hal ini menyebabkan hasil rendemen ini turun dibandingkan pada penggunaan air 20 kali. Rendemen agar-agar selain dipengaruhi cara ekstraksi, dipengaruhi pula oleh spesies, iklim, waktu pemanenan dan lokasi budidaya (Chapman dan Chapman, 1980). Oleh karena itu besarnya rendemen ini belum tentu sama untuk rumput laut yang sama apabila dipanen pada waktu yang berbeda maupun ditanam pada lokasi yang berbeda.

Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Suryaningrum *et. al* (1994) tentang rendemen agar-agar rumput laut *Gracilaria sp.* Tambak yang dieksrak dengan air sebanyak 15 kali berat rumput laut kering sebesar 13.88%, maka hasil penelitian ini lebih besar. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa dengan jumlah air

pengekstrak 10 kali berat rumput laut kering maka akan mengakibatkan rendemennya turun menjadi 10.04% (Suryaningrum *et. al*, 1994).

Tabel 1. Rendemen, Kekuatan Gel dan Kadar Sulfat Agar-agar.

Parameter	Perlakuan Jumlah Air Pengeksrak		
	15 kali	20 kali	25 kali
Rendemen (%)	17.32±1.22 ^a	20.21±1.05 ^b	19.94±0.99 ^{ab}
Kekuatan Gel (g/cm ²)	112.14±11.99 ^a	119.28±11.94 ^a	98.57±11.95 ^a
Kadar Sulfat (%)	2.28±0.54 ^a	1.77±0.53 ^a	2.55±0.55 ^a

Keterangan: angka-angka pada baris yang sama dan diikuti huruf *superscrip* berbeda (a,b,dst.) menunjukkan berbeda nyata.

Nilai rata-rata kekuatan gel yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 98.57 g/cm² yaitu pada perlakuan jumlah air 25 kali berat rumput laut kering sampai 119.28 g/cm² yaitu pada perlakuan jumlah air 20 kali berat rumput laut kering. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ketiga perlakuan ini tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kekuatan gel dari agar-agar yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena kandungan sulfat agar-agar yang dihasilkan juga tidak berbeda nyata. Kandungan sulfat berpengaruh terhadap kekuatan gel dari agar-agar, semakin tinggi kandungan ester sulfat dalam agar-agar, maka kekuatan gel yang terbentuk akan semakin rendah (Chapman dan Chapman, 1980).

Kekuatan gel hasil penelitian ini jauh lebih tinggi dari kekuatan gel rumput laut *Gracilaria sp* tambak yang dilaporkan Suryaningrum *et. al* (1994) sebesar 34.67 sampai 97.33 g/cm². Namun jauh lebih rendah dibandingkan *Gracilaria verrucosa* tambak yang dieksrak dengan perlakuan alkali dan digiling yang dapat menghasilkan kekuatan gel 355 g/cm² (Utomo, 1996). Dengan demikian kekuatan gel agar-agar ini masih tergolong rendah bila dibandingkan standar kualitas agar-agar di Jepang. Di Jepang, agar-agar digolongkan mutu superior jika kekuatan gelnya lebih besar dari 600 g/cm², mutu 1 jika kekuatan gelnya lebih besar dari 350 g/cm², mutu 2 jika kekuatan gelnya lebih besar dari 250 g/cm², mutu 3 jika kekuatan gelnya lebih besar dari 150 g/cm² dan mutu 4 jika lebih rendah dari nilai tersebut (Suryaningrum *et. al*, 1994).

Rendahnya kekuatan gel agar-agar ini disebabkan karena rendahnya kadar 3.6 anhydro-L-galaktosa yang terdapat dalam agar-agar dan tingginya kadar sulfat dari agar-agar. Senyawa 3.6 anhydro-L-galaktosa bertanggung jawab terhadap kekuatan gel dari agar-agar. Peningkatan kekuatan gel sangat berkaitan dengan jumlah 3.6-anhydro-L-galaktosa dan sulfat yang terkandung didalamnya (Rees, 1969). Kekuatan gel dari agar-agar juga tergantung pada perbandingan kadar agarosa terhadap *agaropektin* yang terdapat dalam molekul agar-agar. Semakin sedikit kandungan agarosa dan semakin tinggi kandungan *agaropektin* yang mengandung gugus sulfat maka ada kecenderungan kekuatan gelnya semakin rendah (Glicksman, 1983).

Ada dua cara yang dilakukan dalam proses ekstraksi agar-agar yaitu biasanya dilakukan praperlakuan basa dan praperlakuan asam. Praperlakuan basa bertujuan untuk mengkatalisis gugus 6-sulfat dari unit galaktopiranosida yang berikatan 1.4 membentuk residu 3.6-anhydrogalaktosa sehingga dapat memberikan kekuatan gel yang tinggi (Angka dan Suhartono, 2000). Proses ekstraksi dengan praperlakuan asam bertujuan untuk meningkatkan rendemen agar-agar yang dihasilkan dan untuk memperpendek waktu ekstraksi. Pada penelitian ini untuk rumput laut yang diekstrak dengan praperlakuan basa memberikan hasil yang kurang baik karena filtrat agar-agar yang dihasilkan sangat encer dan tidak menjendal serta rendemen agar-agar yang dihasilkan sangat kecil, sehingga pada penelitian ini dilakukan praperlakuan asam.

Rendahnya nilai kekuatan gel dari agar-agar mungkin juga disebabkan karena jenis dan umur panen rumput laut. Menurut Suryaningrum (1988), peningkatan umur panen memberikan respon terhadap penurunan kadar sulfat. Hal ini berarti jika rumput laut dipanen pada usia yang masih muda maka kandungan sulfat dari rumput laut tersebut lebih tinggi dan hal ini berpengaruh terhadap kekuatan gel yang rendah.

Nilai rata-rata kadar sulfat agar-agar pada penelitian ini berkisar antara 1.77% sampai 2.55%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jumlah air pengestrak yang berbeda-beda tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar sulfat dari agar-agar. Menurut Suryaningrum (1988), kadar sulfat dapat dipengaruhi perbedaan jenis dan asal rumput laut,

metode ekstraksi, serta umur panen. Peningkatan umur panen dapat memberi respon terhadap penurunan kandungan sulfat.

Metode ekstraksi juga berpengaruh terhadap kandungan sulfat. Proses ekstraksi dengan melakukan praperlakuan basa menghasilkan kandungan sulfat yang lebih rendah dibandingkan praperlakuan asam. Praperlakuan basa dapat mengkatalisis gugus 6-sulfat dari unit galaktopiranosida sehingga kandungan sulfat dari agar-agar menjadi lebih rendah (Angka dan Suhartono, 2000). Pengaruh perbedaan asal dan jenis rumput laut terhadap kandungan sulfat agar-agar diduga disebabkan oleh perbedaan perbandingan jumlah agarosa dan *agaropektin* yang terdapat dalam molekul agar-agar. Kandungan agarosa dan *agaropektin* pada agar-agar bervariasi tergantung dari jenis dan asal rumput laut yang digunakan sebagai bahan baku (Guiseley, 1968).

Kadar sulfat dalam penelitian ini relatif masih lebih rendah dibandingkan yang pernah dilaporkan Suryaningrum *et. al* (1994) sebesar 3.25 – 4.79% untuk agar-agar dari *Gracilaria sp.* tambak. Hal ini menyebabkan kekuatan gel hasil penelitian ini lebih tinggi dari kekuatan gel agar-agar *Gracilaria sp.* tambak tersebut.

Kadar 3.6 Anhydro-galaktosa, Suhu Pembentukan Gel dan Suhu Pelelehan Gel

Hasil analisa kadar 3.6 anhydro-galaktosa dapat dilihat dalam Tabel 2. Nilai rata-rata kadar 3.6 anhydro-galaktosa pada penelitian ini berkisar antara 36.55% sampai 37.04%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan penambahan iota karaginan dengan konsentrasi yang berbeda-beda tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar 3.6 anhydro-galaktosa. Hal ini terjadi karena perbedaan kadar 3.6 anhydro-galaktosa hanya dipengaruhi jenis dan asal rumput laut, umur panen rumput laut, serta penanganan yang dilakukan selama proses pengolahan (Armisen dan Galatas, 1987).

Kadar 3.6 anhydro-galaktosa ini biasanya berbanding lurus dengan kekuatan gel dari agar-agar dan berbanding terbalik dengan kandungan sulfat yang dimiliki agar-agar. Meskipun demikian dalam penelitian ini tidak terlihat pengaruh naiknya kadar 3.6 anhydro-galaktosa terhadap kekuatan gel agar-agar yang dihasilkan, yang

kemungkinan disebabkan karena peningkatan-nya yang tidak nyata sehingga kekuatan gel agar-agar-nya relatif sama. Hasil penelitian Izumi (1971) menyatakan bahwa penurunan kadar 3.6 anhydro-galaktosa selalu disertai dengan penurunan kandungan gugus 6-o-metil dan peningkatan residu sulfat.

Tabel 2. Kadar 3.6 Anhydro-galaktosa, Suhu Pembentukan Gel dan Suhu Pelelehan Gel.

Parameter	Perlakuan Jumlah Air Pengekstrak		
	15 kali	20 kali	25 kali
Kadar 3.6 Anhydro-galaktosa (%)	36.55 ± 0.99 ^a	38.68 ± 1.13 ^a	37.04 ± 0.97 ^a
Suhu Pembentukan Gel (°C)	33.36 ± 0.58 ^a	34.33 ± 0.58 ^a	34.53 ± 0.5 ^a
Suhu Pelelehan Gel (°C)	84.43 ± 1.32 ^a	85.63 ± 1.76 ^a	83.56 ± 0.76 ^a

Keterangan: angka-angka pada baris yang sama dan diikuti huruf *superscrip* berbeda (a,b,dst.) menunjukkan berbeda nyata.

Kadar 3.6 anhydro-galaktosa pada penelitian ini masih tergolong rendah. Hal ini menyebabkan kekuatan gel agar-agar yang dihasilkan masih rendah. Peningkatan kekuatan gel sangat berkaitan dengan jumlah 3.6 anhydro-galaktosa dan sulfat yang terkandung dalam agar-agar (Rees, 1969). Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Suryaningrum *et. al* (1994) sebesar 14.88 – 22.45% untuk agar-agar dari rumput laut *Gracilaria sp.* tambak, maka hasil penelitian ini masih lebih besar.

Suhu pembentukan gel merupakan suhu dimana larutan agar-agar yang telah dididihkan mulai membentuk gel kembali. Nilai rata-rata suhu pembentukan gel agar-agar pada penelitian ini berkisar antara 33.36°C sampai 34.53°C. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap suhu pembentukan gel dari agar-agar yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena kadar 3.6 anhydro-galaktosa yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan hasil tidak berbeda nyata atau mempunyai nilai yang hampir sama.

Larutan agar-agar encer 1.5% dapat membentuk gel pada suhu 32°C sampai 39°C (Furia,

1975). Hasil penelitian Purnawati (1992) menjelaskan bahwa suhu pembentukan gel erat kaitannya dengan kadar 3.6 anhydro-L-galaktosa dan kadar sulfat. Adanya 3.6 anhydro-L-galaktosa dalam molekul agar-agar menyebabkan sifat beraturan dalam rantai polimer bertambah dan sebagai akibatnya akan mempertinggi potensi pembentukan heliks rangkapnya, dengan demikian suhu pembentukan gel lebih cepat tercapai.

Suhu pelelehan gel merupakan suhu saat gel agar-agar berubah menjadi fase sol, dimana dalam hal ini terjadi penguraian daerah simpul menjadi pilinan ganda dan selanjutnya berubah menjadi konformasi gulungan acak. Nilai rata-rata suhu pelelehan gel untuk masing-masing perlakuan berkisar antara 84.43°C sampai 85.63°C. Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa masing-masing perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap suhu pelelehan gel agar-agar. Hal ini diduga karena agar-agar yang dihasilkan untuk masing-masing perlakuan mempunyai bobot molekul yang hampir sama atau karena mempunyai kadar 3.6 anhydro-galaktosa yang hampir sama. Suhu pelelehan gel dipengaruhi oleh bobot molekul dan ikatan hidrogen yang terdapat dalam bahan tersebut. Bobot molekul yang tinggi akan menyebabkan temperatur leleh semakin tinggi, ikatan hidrogen akan terjadi antara oksigen pada atom C kedua dari suatu rantai polimer polisakarida dengan oksigen pada atom C kedua dari suatu rantai polimer polisakarida yang lainnya, akibat adanya ikatan hidrogen ini akan terbentuk jaringan polimer yang kompleks sehingga untuk mengurai jaringan tersebut dibutuhkan temperatur yang tinggi (Glicksman, 1982).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jumlah air pengestrak sebanyak 20 kali memberikan hasil agar-agar dengan rendemen tertinggi sebesar 20.21%. Perlakuan jumlah air pengestrak tidak berpengaruh secara nyata terhadap parameter kadar sulfat, kekuatan gel, kadar 3.6 anhydro-galaktosa, suhu pembentukan gel dan suhu pelelehan gel dari agar-agar yang dihasilkan. Penggunaan jumlah air pengestrak sebanyak 20 kali juga relatif mudah dalam pelaksanaan ekstraksinya, dimana penyaringan filtrat cukup mudah dan hasil filtratnya mudah diendapkan.

PUSTAKA

- Angka, S.L. dan M. T. Suhartono. 2000. **Bioteknologi Hasil Laut**. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. IPB. 149 hal.
- Anonim, 1986. **Specification for identity and Purity of Certain Food Additives**. FAO and Nutrition Paper No 34. 17-32.
- AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis the Association of Official Analytical and Chemist**, 16th e.d. AOAC, Inc. Arlington. Virginia.
- Armisen, R. dan F. Galatas. 1987. **Production, properties and uses of agar**. *Dalam* Production and Utilization of Product from Commercial Seaweed. FAO Fisheries Technical Paper. Roma.
- Chapman, V. J. dan D. J. Chapman. 1980. **Seaweed and Their Uses**. Chapman and Hall. London. 333 p.
- Furia, T.E. 1975. **Gums**. *Dalam* Handbook of Food Additives. 2nd ed. CRC Press, Inc, Boca-Raton. Florida. Hal 295-359.
- Glicksman, M. 1982. **Food Hydrocolloids**. Vol. I. CRC Press, Inc. Boca Raton. Florida. 219 hal.
- Glicksman, M. 1983. **Food Hydrocolloids**. Vol. II. CRC Press, Inc. Boca Raton. Florida. 199 hal.
- Gomez, K. A and A. A. Gomez. 1984. **Statistical Procedures for Agricultural Research** (Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian) alihbahasa oleh E. S. Sjamsudin dan J. S. Baharsjah. Edisi kedua . UI Press. Jakarta. 697 p.
- Guisseley, K. B. 1968. **Seaweed colloids**. *Dalam* Encyclopedia of Chemical Technology Volume 17. K. Othmer (ed.). John Willey and Sons, Inc., USA. Hal 763-784.
- Izumi, K. 1971. **Chemical heterogeneity of the agar from *Gracilaria verrucosa***. Journal Biochemistry. 72 : 135-140.
- Marine colloid FMC, 1978. **Raw Material Test Laboratory Standard Practice**. Marine Colloids Div. Corp. Springfield. New Jersey. USA.
- Priatama, H. D. 1989. **Mempelajari Pengaruh Penambahan NaOH dan KCl terhadap Rendemen dan Mutu Agar-agar dari Rumput Laut *Gracilaria sp.*** Skripsi Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. IPB.
- Purnawati, D.W. 1992. **Pengaruh Perbandingan Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* dan *Gelidium rigidium* terhadap Mutu Agar-agar Kertas**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Rees, D.A. 1969. **Agar**. *Dalam* Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry. Vol. 24. M.L. Academic Press, New York.
- Santos, G. A. and Doty, M. S. 1983. **Agar From Some Hawaiian Red Algae**. Aquatic Botany (16): 385-389.
- Soegiarto, A. dan Sulisty. 1985. **Produksi dan Budidaya Rumput Laut di Indonesia**. LON-LIPI. Jakarta.
- Sukamulyo, S. 1989. **Mempelajari Cara Ekstraksi dengan PraPerlakuan Asam dalam Pembuatan Agar-agar dari *Gelidium sp.*** Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Suryaningrum, T. D. 1988. **Kajian Sifat-sifat Mutu Komoditi Rumput Laut Budidaya Jenis *Euchema cottonii* dan *Euchema spinosum***. Tesis. Fakultas Pasca-sarjana, IPB. Bogor.
- Suryaningrum, T. D., S. Wibowo, A. Irawati dan A. N. Asik. 1994. **Penggunaan Sodium Tripolifosfat pada Ekstraksi Agar-Agar dari Rumput Laut *Gracilaria sp.* Tambak**. Jurnal Pasca panen Perikanan (81): 1-11.
- Suryaningrum, T.D, J. T. Murtini, S. Wibowo dan M. Suherman. 1994. **Kajian Sifat Fisik dan Organoleptik Tepung Agar-Agar dari Rumput Laut *Gracilaria Tambak***. Jurnal Pasca panen Perikanan (83): 1-12.
- Utomo, B. S. B. 1996. **Extraction and Properties of Agar From *Gracilaria verrucosa* and *Gelidiella acerosa* Harvested in Indonesia**. PhD Thesis. Faculty of Applied Science. Dept. of Food Science and Technology. The University of New South Wales. Australia.
- Winarno, F. G. 1991. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.