

**MODIFIKASI POLISAKARIDA GALAKTAN SULFAT HASIL
EKSTRAKSI DARI GRACILARIA SP (ALGA MERAH)
DENGAN ALKALI BOROHIDRIDA**

**Oleh:
Sri Atun**

Abstract

The objective of the study is to modify the sulphate galactans polysaccharide (gelatine) provided from extraction of *Gracilaria sp* with borohydride alkali and its result characterization. The sample of this study was the sulphate galactans polysaccharide provided from extraction of *Gracilaria sp*. The modified reaction using the Rees method used NaBH_4 and NaOH in various compositions. The physical and chemical characteristics of the modification reaction results were compared to the characteristics of the seaweed gelatine provided from the extraction before the treatment and agarosa p.a. The result of this study indicates that the sulphate galactans polysaccharide can be modified by borohidrida alkali reagent in base condition at the composition variations of the seaweed gelatine : NaBH_4 : NaOH = 1 : 0,5 : 1 ; 1 : 1 : 2 and 1 : 2 : 4 .The characterization showed that the compound of the modification reaction result compared to the sulphate galactans polysaccharide before the treatment indicated the change of their physical and chemical characteristics. The characteristics of the compound resulted from modification reaction of sulphate galactans polysaccharide at the composition variations of the seaweed gelatine: NaBH_4 : NaOH = 1 : 1 : 2 and 1 : 2 : 4 were almost similar to the characteristics of agarosa p.a.

Keywords: polysaccharide galactans sulphate

Pendahuluan

Indonesia adalah negara kepulauan yang luas lautnya mencapai 3.166.163 Km^2 dengan pantai sepanjang 81.000 Km, merupakan tempat tumbuh alami berbagai jenis tanaman alga.

Penentuan Faktor-Z Gas Kondensat Berbasis Komposisi dengan Metode Iterasi Newton-Raphson Oleh: Supahar	109
Pengaruh Tradisi Asal Terhadap Perkembangan Fisik Rumah Transmigran Oleh: Bambang Sugestiyadi	123
Biodata Penulis	141

Diperkirakan Indonesia adalah tanaman alga yang dapat tumbuh di Perairan diantaranya berkisar 55 jenis dan kurang lebih ada 21 jenis di memiliki nilai dan dimanfaatkan sebagai bahan makanan serta M.L, 1991:14) nomis sebagai komoditas perdagangan (Aslan

Gracilaria

yang termasuk adalah salah satu jenis tanaman alga merah tumbuh subur dalam kelas *Rhodophyceae*. Tanaman ini dapat komersial sebagai wilayah Perairan Indonesia serta memiliki nilai galaktan sulfat sebagai komoditas perdagangan. Senyawa polisakarida agar. Kandungan yang terdapat dalam *Gracilaria* sp disebut agar- yang terdapat agar-agar yang dapat diisolasi dari *Gracilaria* sp Yogyakarta ada di pantai selatan Gunung Kidul Daerah Istimewa

Dewasa ini 50,32% (Siti Sulastri, dkk., 1995: 36).

bahan makanan agar-agar tidak hanya dimanfaatkan sebagai kosmetik, tekstil, tetapi berbagai industri kimia seperti farmasi, aditif yang penting dan kulit telah memanfaatkannya sebagai bahan bidang bioteknologi. Selain itu agar-agar juga banyak dibutuhkan di agar yang banyak. Agarosa merupakan komponen utama agar-

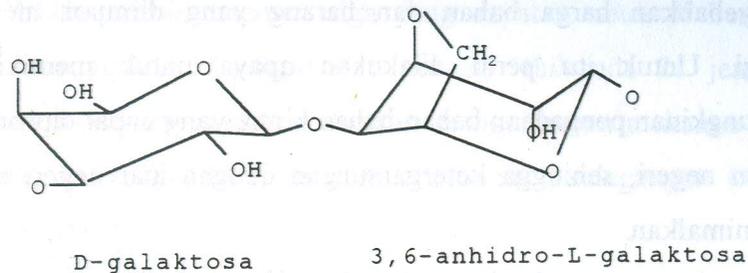
Usaha-usaha dibutuhkan di bidang farmasi dan bioteknologi.

jadi atau produk untuk mengolah alga menjadi produk setengah usaha ini dapat dilakukan masih jarang dilakukan di Indonesia, padahal Adanya krisis ekonomi memberikan nilai tambah yang cukup besar.

menyebabkan harga bahan dan barang yang diimpor menjadi tinggi. Untuk itu perlu dilakukan upaya untuk memikirkan kemungkinan pengadaan bahan-bahan kimia yang dapat diproduksi dalam negeri, sehingga ketergantungan dengan luar negeri dapat diminimalkan.

Agar-agar adalah produk kering tak berbentuk (*amorf*) mempunyai sifat seperti gelatin. Molekul agar-agar terdiri dari rantai linier galaktan, yaitu polimer dari galaktosa dengan ikatan α -1,3 dan 3,6-anhidro-L-galaktosa dengan ikatan β -1,4. Dalam menyusun agar-agar galaktan dapat berupa rantai linier yang netral, tersubstitusi dengan metil, piruvat, dan gugus sulfat. Rantai galaktan yang netral disebut agarosa, sedangkan yang tersubstitusi dengan gugus sulfat disebut agaropektin. Agarosa dan agaropektin dapat dipisahkan dengan cara pengendapan agaropektin menggunakan garam amonium kwarterner atau propilen glikol (Glickman M, 1983: 78).

Agarosa merupakan rantai galaktan yang netral, disusun oleh D-galaktosa dengan ikatan α -1,3 dan 3,6-anhidro-L-galaktosa dengan ikatan β -1,4. Kadang-kadang D-galaktosa tersubstitusi dengan metil membentuk 6-O-metil-D-galaktosa. Struktur ideal agarosa adalah seperti yang terdapat dalam gambar 1.

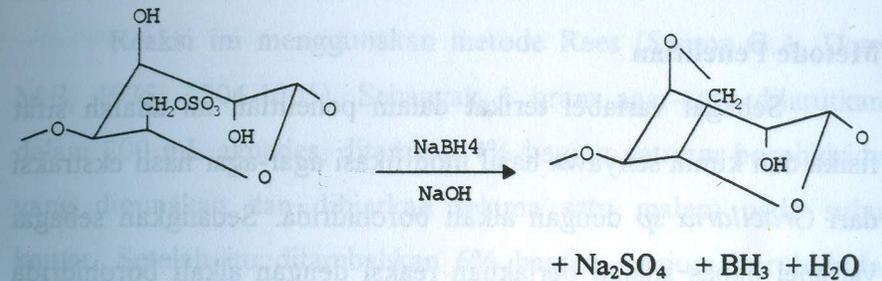


Gambar 1.
Struktur Agarosa

Agaropektin mempunyai struktur dasar yang sama dengan agarosa. Perbedaan rantai agarosa dan agaropektin terdapat pada residu 3,6-anhidro-L-galaktosa yang kadang-kadang berupa L-galaktosa-sulfat, dan dalam jumlah kecil residu D-galaktosa tersubstitusi dengan piruvat membentuk 4,6-O-(1-karboksietil)-D-galaktosa. Kandungan sulfat dalam agaropektin berkisar antara 3-10% bervariasi tergantung jenis species alga merah (Glickman M., 1983:79).

Modifikasi agar-agar dari *Gracilaria sp* menggunakan alkali borohidrida dimaksudkan untuk mengeliminasi gugus sulfat yang terikat pada L-galaktosa sulfat, sehingga akan membentuk 3,6-anhidro-L-galaktosa. Reaksi modifikasi tersebut menggunakan metode yang telah dilakukan oleh Rees (Santos G.A, Doty M.S, 1975: 1704-1705). Untuk mengeliminasi gugus sulfat Rees

menggunakan pereduksi selektif yaitu NaBH_4 dalam suasana basa, sehingga diharapkan hanya gugus sulfat yang lepas dan tidak akan memecah rantai glikosidik. Reaksi yang diidealkan terjadi adalah seperti yang terdapat dalam gambar 2.



Gambar 2.
Reaksi Modifikasi Agar-agar

Apabila gugus sulfat yang terikat pada L-galaktosa-6-sulfat dapat tereliminasi dan membentuk 3,6-anhidro-L-galaktosa maka unit galaktan yang terdapat dalam agar-agar akan lebih banyak terdiri dari agarosa. Agarosa merupakan komponen agar-agar yang bertanggungjawab atas daya gelasi, sehingga makin banyak komponen agarosa dalam agar-agar, maka semakin mudah membentuk gel. Untuk mengetahui seberapa jauh reaksi modifikasi tersebut selanjutnya dilakukan karakterisasi terhadap sifat fisika dan kimia produk yang dihasilkan. Karakterisasi sifat fisika meliputi kelarutan, warna atau kenampakan, dan sifat gel. Sedangkan sifat kimia meliputi kadar galaktosa total, kadar 3,6-

anhidro-L-galaktosa, kadar sulfat total, bentuk spektrum IR, dan reaksinya terhadap propilen glikol. Sifat-sifat tersebut dibandingkan dengan agar-agar sebelum reaksi modifikasi dan agarosa p.a.

Metode Penelitian

Sebagai variabel terikat dalam penelitian ini adalah sifat fisika dan kimia senyawa hasil modifikasi agar-agar hasil ekstraksi dari *Gracilaria sp* dengan alkali borohidrida. Sedangkan sebagai variabel bebas adalah perlakuan reaksi dengan alkali borohidrida dalam suasana basa pada berbagai variasi komposisi.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah secara deskriptif, yaitu dengan cara menentukan ada tidaknya perubahan sifat fisika dan kimia agar-agar hasil ekstraksi dari *Gracilaria sp* setelah perlakuan reaksi modifikasi dibandingkan dengan agar-agar sebelum perlakuan dan agarosa p.a.

Cara Penelitian

Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain magnetik stirer, peralatan gelas, termometer, timbangan digital, spektrofotometer FT-IR, spektrofotometer UV-VIS, dan *water bath*.

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain agar-agar hasil ekstraksi *Gracilaria sp*, natrium borohidrida,

natrium hidroksida, fenol, asam sulfat pekat, asam asetat, barium hidroksida, propilen glikol, akuades, kertas saring, indikator fenoltalein, dan standar galaktosa.

Reaksi Modifikasi Polisakarida Galaktan Sulfat

Reaksi ini menggunakan metode Rees (Santos G.A, Doty M.S, 1975: 1704-1705). Sebanyak 1 gram agar-agar dilarutkan dalam 200 mL akuades, ditambah 4% bagian natrium borohidrida yang digunakan dan dibiarkan selama satu malam pada suhu kamar. Setelah itu ditambahkan 6% bagian natrium borohidrida yang digunakan dan natrium hidroksida, sambil diaduk dan didinginkan. Setelah reaksi berhenti (tidak terjadi gelembung gas) larutan kemudian dipanaskan dalam *water bath* pada suhu 80°C selama 2 jam. Larutan kemudian didinginkan dan dinetralkan dengan penambahan asam asetat. Selanjutnya larutan dipekatkan dan dimurnikan dengan cara dialisis menggunakan kantong selofan. Hasil dialisis berbentuk gel selanjutnya dikeringkan dengan oven pada suhu < 70°C. Reaksi modifikasi dalam penelitian ini dilakukan pada berbagai variasi komposisi natrium borohidrida dan natrium hidroksida. Sesuai dengan penelitian pendahuluan variasi komposisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pada perbandingan agar-agar : NaBH₄ : NaOH = 1 : 0,5 : 1 ; 1 : 1 : 2 ; dan 1 : 2 : 4.

Karakterisasi Sifat Fisika Dan Kimia Hasil Reaksi Modifikasi

Karakterisasi sifat fisika dan kimia hasil reaksi modifikasi dibandingkan dengan sifat fisika dan kimia agar-agar hasil ekstraksi sebelum reaksi dan agarosa p.a. Karakterisasi sifat fisika meliputi warna/kenampakan, kelarutan, dan sifat gel. Sedangkan karakterisasi sifat kimia meliputi penentuan bentuk spektrum IR, penentuan kadar galaktosa total, penentuan kadar sulfat total, penentuan kadar 3,6-anhidrogalaktosa total, dan reaksinya dengan propilen glikol.

Hasil Penelitian

Hasil reaksi modifikasi agar-agar yang dilakukan pada variasi komposisi natrium borohidrida dan basa, setelah dimurnikan dan dikeringkan dapat dilihat dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1.
Hasil Reaksi Modifikasi Agar-Agar

No.	Berat Agar-Agar (gr)	Berat NaBH ₄ (gr)	Berat NaOH (gr)	Hasil Reaksi (gr)	Rata-rata berat (gr)	Rendemen (%)
1 (M1)	1	0,5	1	0,74	0,81	81,3
	1	0,5	1	0,89		
	1	0,5	1	0,81		
2 (M2)	1	1	2	0,76	0,86	86,3
	1	1	2	0,96		
	1	1	2	0,87		
3 (M3)	1	2	4	0,91	0,84	84,0
	1	2	4	0,77		
	1	2	4	0,85		

Dari hasil reaksi modifikasi tersebut kemudian dilakukan karakterisasi sifat fisika dan kimianya dan dibandingkan dengan agar-agar sebelum perlakuan dan agarosa standar. Hasil karakterisasi sifat fisika dan kimia dari masing-masing sampel dapat dilihat dalam tabel 2 dan 3.

Tabel 2.
Hasil Karakterisasi Sifat Fisika Polisakarida Galaktan Sulfat

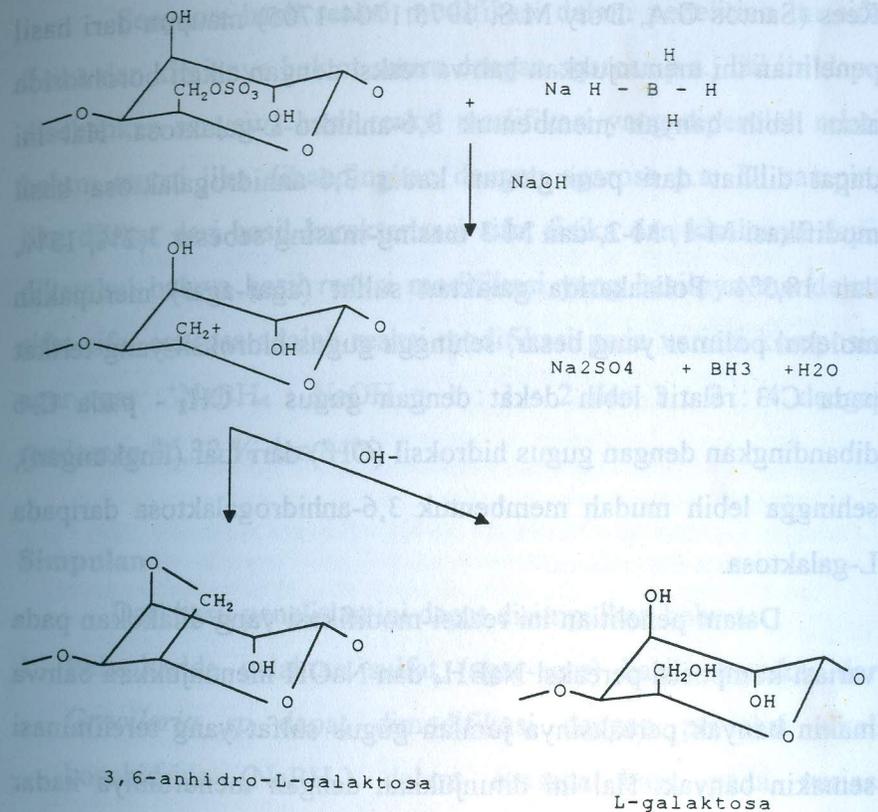
No	Sifat-Sifat Fisika	Polisakarida Galaktan Sulfat				
		Hasil Ekstraksi (agar-agar)	Modifikasi			Agarosa
			M-1	M-2	M-3	
1	Warna/kenampakan	Krem	Agak putih	Agak putih	Agak putih	Putih
2	Kelarutan	Larut sempurna dalam air panas				
3	Sifat Gel dari Larutan 1%	Membentuk gel yang lunak	Gel lunak	Gel agak keras	Gel agak keras	Gelnya keras

Tabel 3.
Hasil Karakterisasi Sifat Kimia Polisakarida Galaktan Sulfat

No	Sifat-sifat Kimia	Polisakarida Galaktan Sulfat				
		Hasil ekstraksi (agar-agar)	Modifikasi			Agarosa
			M-1	M-2	M-3	
1	Bentuk spektrum IR, intensitas serapan di daerah 1220-1265 Cm^{-1}	7,350 %	4,925%	2,563%	2,504%	0%
2	Kadar galaktosa total (%)	82,0	84,0	92,0	92,3	94,0
3	Kadar sulfat total (%)	16,9	15,4	7,2	5,1	5,1
4	Kadar 3,6-anhidro-galaktosa (%)	20,6	23,8	33,6	38,9	41,5
5	Reaksinya dengan propilen glikol	sebagian mengendap (kurang dari 10%)	terbentuk endapan (kurang dari 5%)	tak terbentuk endapan	tak terbentuk endapan	tak terbentuk endapan

Pembahasan

Reaksi modifikasi polisakarida galaktan sulfat (agar-agar) hasil ekstraksi dari *Gracilaria sp* dimaksudkan untuk mengeliminasi gugus sulfat yang terikat pada L-galaktosa-6-sulfat, yang selanjutnya akan terjadi reaksi substitusi sehingga terbentuk 3,6-anhidro-L-galaktosa atau bereaksi dengan gugus hidroksil dari luar (lingkungan) sehingga terbentuk L-galaktosa. Hal ini dapat dijelaskan dengan melihat mekanisme reaksi yang mungkin terjadi seperti yang terdapat pada gambar 3.



Gambar 3.
Mekanisme Reaksi Modifikasi Agar-agar

Dengan melihat mekanisme reaksi tersebut, maka dalam reaksi modifikasi polisakarida galaktan sulfat (agar-agar) hasil ekstraksi dari *Gracilaria sp* akan menghasilkan dua kemungkinan, yaitu meningkatkan jumlah 3,6-anhidro galaktosa atau jumlah galaktosa saja, tetapi dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh

Rees (Santos G.A, Doty M.S, 1975:1704-1705) maupun dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa reaksi dengan alkali borohidrida akan lebih banyak membentuk 3,6-anhidro-L-galaktosa. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan kadar 3,6-anhidro galaktosa hasil modifikasi M-1, M-2, dan M-3 masing-masing sebesar 3,2%, 13%, dan 18,3%. Polisakarida galaktan sulfat (agar-agar) merupakan molekul polimer yang besar, sehingga gugus hidroksil yang terikat pada C-3 relatif lebih dekat dengan gugus $-CH_2-$ pada C-6 dibandingkan dengan gugus hidroksil (OH^-) dari luar (lingkungan), sehingga lebih mudah membentuk 3,6-anhidro galaktosa daripada L-galaktosa.

Dalam penelitian ini reaksi modifikasi yang dilakukan pada variasi komposisi pereaksi $NaBH_4$ dan $NaOH$ menunjukkan bahwa makin banyak pereaksinya jumlah gugus sulfat yang tereliminasi semakin banyak. Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya kadar sulfat total dan meningkatnya kadar 3,6-anhidro galaktosa. Menurunnya kadar sulfat total juga dapat dilihat dari bentuk spektrum IR dari masing-masing polisakarida galaktan sulfat, serapan di daerah $1220 - 1263 \text{ Cm}^{-1}$ merupakan serapan yang khas untuk ikatan $S = O$ dari ester sulfat. Dengan melihat intensitas serapan di daerah tersebut dapat diketahui bahwa dengan reaksi modifikasi kadar sulfat totalnya semakin berkurang, jika dibandingkan dengan polisakarida sebelum perlakuan.

Senyawa hasil reaksi modifikasi dalam penelitian ini sifat fisika dan kimianya belum setara dengan agarosa p.a., hal ini dapat disebabkan senyawa hasil reaksi modifikasi yang diperoleh relatif belum murni jika dibandingkan dengan agarosa p.a. Di samping jika dilihat dari hasil karakterisasi sifat fisika dan kimianya dapat diketahui bahwa hasil reaksi modifikasi yang hasilnya mendekati sifat-sifat agarosa adalah reaksi modifikasi pada variasi komposisi agar-agar : $NaBH_4$: $NaOH$ = 1 : 1 : 2 dan 1 : 2 : 4 dengan rendemen 86,32 % dan 84%.

Simpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Polisakarida galaktan sulfat (agar-agar) hasil ekstraksi dari *Gracilaria sp* dapat dimodifikasi dengan pereaksi alkali borohidrida ($NaBH_4$) dalam suasana basa pada variasi komposisi agar-agar : $NaBH_4$: $NaOH$ = 1 : 0,5 : 1 ; 1 : 1 : 2 ; dan 1 : 2 : 4.
2. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa senyawa hasil reaksi modifikasi, jika dibandingkan dengan polisakarida galaktan sulfat sebelum perlakuan menunjukkan adanya perubahan sifat fisika dan kimia, yang terutama ditunjukkan dengan menurunnya jumlah gugus sulfat dan meningkatnya kadar 3,6-anhidro galaktosa. Sifat-sifat senyawa hasil reaksi modifikasi

polisakarida galaktan sulfat pada variasi komposisi agar-agar :
NaBH₄ : NaOH = 1 : 1 : 2 dan 1 : 2 : 4 hampir sama dengan
sifat- sifat agarosa p.a.

Daftar Pustaka

- Aslan M.L. (1991). *Budidaya rumput laut*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Dubois M., dkk. (1986). *J. Analytical Chemistry*. Vol.28 hal.350-357.
- Glickman M. (1982). *Food hydrocolloids*. Florida: CRC Press Inc.
- Lembaga Oceanologi Nasional (1973). *Bahan makanan dari laut*. Jakarta: Penerbit LIPI.
- Santos G.A dan Doty M.S. (1975). *J of Pharmaceutical Science*. Vol. 64.No. 10 Oktober 1975 hal. 1704-705.
- Siti Sulastrri, dkk. (1999). *Isolasi dan karakterisasi agar-agar dari Alga Merah*. Laporan Penelitian FPMIPA IKIP Yogyakarta.
- Winarno F.G. (1990). *Teknologi pengolahan rumput laut*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.

TOKSISITAS LIMBAH CAIR PABRIK SPIRITUS TERHADAP KEHIDUPAN IKAN TOMBRO

Oleh:
Sukiya

Abstract

This research aims to investigate the toxicity of liquid waste from methylated spirit factory (PS) on the life, growth (at safe concentration), survival and development of tombro fish at the ages of 3 and 5 weeks. Toxicity experiment uses a Split-split plot design consisting of 3 factors namely, 4 levels of exposure duration (as the main plot), 5 levels of waste concentration (as the subplot) and 2 levels of the experimental fish age (as the sub-subplot). Each treatment is repeated 3 times with 10 replications each. The safe concentration obtained in toxicity experiment is applied as medium for the culture of the experimental fish. The effect of the safe concentration of the waste on the growth survival and the development of experiment fish is observed at 8 weeks of culturing. Research shows that LC₅₀-96 hours for tombro fish at the ages of 3 and 5 weeks are 21.07% and 35.73%, and the safe concentrations are 3.12% and 4.43% respectively. Effect of the liquid waste is relatively harmless. The safe concentration does not effect on the growth of the experimental fish at the ages of 3 and 9 weeks. It effects, however, on the growth of the experimental fish at the age of 5 weeks, survival and morphometry of the experimental fish at the ages of 3 and 5 weeks. The safe concentrations are in the normal range for culturing young tombro fish.

Keywords: Liquid waste, methylated spirit factory, growth, survival, tombro fish.

Pendahuluan

Kasus pencemaran air tawar akibat kegiatan Pabrik Spiritus (PS) adalah gejala ekologis menarik dan problematis, sebab tidak memperlihatkan efek merugikan pada usaha pertanian namun