PRODUKSI ALGINAT OLEH *Azotobacter vinelandii*

Oleh:

Ir. Nurjanah[1]

Summary

Alginat was produced from *Azotobacter vinelandii* after the bacteria was grown in sinthetic and liquid tofu waste (LCT) media and properties of the bacterial alginate were investigated. The highgest amount of bacterial alginate was obtained after 4 days of incubation in the liquid tofu waste in the presence of mineral at 34°C and 170 rpm shaking speed. The viscosity of the culture broth was 10.5. The bacterial alginate was stable agains pH (5 - 10) and the presence of sodium chloride (1 - 2.5%). The bacterial alginate showed good rheological properties compared with the commercial alginate.

PENDAHULUAN

Alginat merupakan salah satu hidrocolloid yang memegang peranan penting dalam industri pangan, tekstil, farmasi, kosmetika dan lain-lain. Peranan alginat dalam industri secara umum dapat dikelompokkan kedalam empat kategori, yaitu sebagai: penstabil, pengelmusi, pembentuk gel dan pengental.

Produksi alginat secara komersial telah dilakukan oleh beberapa negara maju dengan memanfaatkan ganggang laut dari kelas Phaeophyceae. Pasokan alginat yang terbesar berasal dari Amerika Serikat, yang dipanen di sepanjang pantai Kalifornia dari jenis *Macrocystis pyrifera*. Sedangkan produksi terbesar kedua berasal dari Inggris, yang memanfaatkan jenis *Laminaria hyperborea* dan jenis *Ascophyllum nodosum* (Winarno, 1990).

Jenis ganggang coklat ini belum ada budidayanya di Indonesia, sementara penggunaanya semakin meningkat terutama dengan semakin pesatnya perkembangan industri tekstil di negara-negara berkembang khususnya Indonesia. Sampai saat ini Indonesia masih mengimpor alginat dari beberapa negara maju. Pemakaian alginat dikawasan Asia Pasifik

1 *Staf Pengajar Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor*

saat ini mencapai 8.000 - 10.000 ton dan kebutuhan negara maju 15.000 ton (Globefish, 1988).

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu diusahakan suatu alternatif untuk memproduksi alginat yang dapat menjamin kontinuitas produksi. Jones dan Linker pertama kali melaporkan bahwa bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (Chen et al, 1985) dan beberapa strain dari *Azotobacter vinelandii* dapat menghasilkan alginat yang sama baiknya dengan alginat yang berasal dari rumput laut (Jarman et al, 1978 dan Horan et al, 1981).

Keuntungan produksi alginat dari mikroba adalah adanya jaminan kontinuitas produksi dan mutu yang diingikan dapat diatur, namun kelemahannya dalam memproduksi alginat diperlukan biaya yang tinggi untuk instalasi peralatan fermentasi serta bahan kimia dan energi tinggi.

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menelaah kondisi optimum fermentasi *Azotobacter vinelandii* dalam menghasilkan alginat
2. Mempelajari penggunaan limbah cair tahu sebagai sumber nutrien pada media fermentasi
3. Menelaah sifat-sifat alginat yang dihasilkan oleh *Azotobacter vinelandii* dari berbagai jenis media.

TINJAUAN PUSTAKA

Boyd (1984) mengatakan bahwa saat ini alginat dapat diproduksi dari mikroba yaitu bakteri *Azotobzcter vinelandii* dan *Pseudomonas aeruginosa.* oduksi alginat secara komersial dari rumput laut coklat menghasilkan kwalitas yang bervariasi tergantung pada proporsi komponen penyusunnya yaitu kopolimer dari asam L.guluronat dan D.manuronat (Sutherland dan Elwood, 1979).

Alginat dengan proporsi poliguluronat yang tinggi cenderung membentuk gel yang kaku, regas dan bersineresis. Bila proporsi polimanuronat yang tinggi maka cenderung membentuk gel yang lebih elastis, kurang regas dan tidak memperlihatkan sineresis yang tinggi (Glicksman, 1979).

Proporsi komponen penyusun alginat yang berasal dari rumput laut sangat tergantung pada kondisi lingkungan (kualitas air misalnya, salinitas, suhu, pH, kuat arus, kedalaman dsb) serta umur panen yang sulit dikontrol. Sedangkan untuk alginat yang berasal dari mikroba proporsi asam guluronat dapat diatur melalui media (nutrien) yang diberikan (Deavin yang disitir oleh Sutherland dan Elwood, 1979).

Azotobacter vinelandii dalam menghasilkan alginat memerlukan karbon sebagai sumber energi dan beberapa jenis mineral. Jarman et al (1979) mengatakan bahwa sumber karbon yang terbaik dalam menghasilkan alginat adalah dalam bentuk sukrosa, sedangkan dalam bentuk mannosa tidak menghasilkan alginat. Mineral yang diperlukan dalam pertumbuhan *A. vinelandii* diantaranya adalah Kalsium, Magnesium dan Ferum dalam bentuk Sulfat dan Natrium asetat dan Molibdat serta Fosfat (Chen et al,1985). Disamping kebutuhan akan media pertumbuhan kondisi yang diperlukan untuk memperoleh hasil optimal pada media sintetis yaitu pada kisaran pH 6 - 10, suhu 14 - 37^{0}C (Thompson dan Skerman, 1979). A. vinelandii termasuk bakteri gram negatif dan bersifat aerobik serta mampu memfiksasi nitrogen, dapat tumbuh dengan molekul nitrogen sebagai satu-satunya sumber nitrogen.

Sebagai bakteri aerobik yang memerlukan oksigen dalam pertumbuhannya maka pada proses fermentasi diperlukan aerasi (agitator) yang kisarannya 170 - 200 rpm (Chen et al, 1985; Horan et al, 1981; horan et al, 1985).

Produksi alginat pada kultur kontinu tergantung pada konsentrasi fosfat inorganik (Deavin et al yang disitir oleh Horan et al, 1983) serta sumber karbon dan laju biosintesa alginat dikontrol oleh enzim kunci yaitu Fosfomannosa isomerase, GDP-mannosa pirofosforilase, dan GDP-mannosa dehidrogenase (Horan et al,1981). Horan et al (1983) mengatakan bahwa produksi eksopolisakarida tergantung pada tekanan oksigen terlarut (DOT) dan sumber karbon, sukrosa mendukung sintesa alginat pada medium fosfat terbatas tanpa sorbitol. Peningkatan GDP-mannosa dehidrogenase sesuai dengan peningkatan alginat.

Limbah cair tahu (LCT) merupakan salah satu alternatif pemanfaatan untuk media pertumbuhan mikroba. karena LCT yang telah diteliti oleh Kuswardhani (1985) dan Rochani (1986) menunjukkan adanya beberapa jenis mineral diantaranya unsur Kalsium, Natrium, Magnesium serta unsur N dan Cu yang merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan mikroorganisme.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium bakteriologi Balai Penelitian veteriner dan laboratorium mikroba Bioteknologi Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor, selama 10 bulan mulai bulan Februari 1992 sampai Desember 1992.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari mikroba, media, serta bahan-bahan kimia untuk ekstraksi dan uji mutu produk.

Mikroba yang digunakan adalah bakteri *A. vinelandii* (ATCC 837 a) yang diperoleh dari Balai Penelitian Veteriner Bogor.

Media yang diperlukan sebagai sumber karbon adalah sukrosa dan sebagai sumber mineral sesuai dengan media yang diusulkan oleh Chen et al. (1985) yaitu KH_2PO_4, CH_3COONa, K_2HPO_4, $CaSO_{4}2H_2O$, $MgSO_{4}2H_2O$, $FeSO_{4}7H_2O$, dan $NaMoO_{4}2H_2$) serta khamir dan limbah cair tahu (LCT). LCT diambil dari pabrik tahu di Bogor yaitu dekat tanjakan Gunung Batu.

Bahan kimia yang digunakan untuk mengekstrak alginat adalah isopropanol Na4EDTA, NaCL. Untuk uji residu gula: larutan DNS, PbO, Pb asetat, Na_2CO_3, HCL dan NaOH. Untuk uji mutu alginat : HCl, NaOH dan NaCl.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaum ose, tabung reaksi, cawan petri, erlenmeyer, gelas ukur, gelas piala, labu ukur, batang pengaduk, magnetic stirer, kapas, tissue, kertas aluminium foil, pipet, sentrifuge, spektrofotometer, viskometer, oven, inkubator, shaker dan otoklaf.

Metoda Penelitian

Mengaktifkan mikroba

Mikroba yang diperoleh dari Balitvet dalam bentuk ampul dipecah secara aseptis dan diencerkan dengan mistdesicant (Lapage et al., 1970) dan ditumbuhkan pada media padat dan cair selama 3 hari pada suhu 34°C. Komposisi media padat dan cair sama hanya saja untuk media padat ditambahkan bacto agar 1,5%. Kedua media mengandung mineral yang sesuai dengan yang diusulkan oleh Chen et al (1985) dan sukrosa 2%. setelah ada pertumbuhan diadakan uji gram dan sifat motilitas dari *A. vinelandii.*

Pembibitan

Setelah diketahui secara pasti bahwa mikroba yang digunakan tidak mengkontaminasi maka diadakan pembibitan pada media sintetis dengan kondisi pH 6,5 - 7, suhu 34°C dan kecepatan bergoyang 170 rpm dengan lama inkubasi 3 hari. Setelah itu diadakan penghitungan jumlah koloni sampai pengenceran 10^{-8}.

Propagasi pada berbagai media

Media yang digunakan dalam menghasilkan alginat ada 4 jenis yaitu : media sintetis tanpa khamir, media sintetis ditambah khamir, media limbah cair tahu tambah sukrosa dan media limbah cair tahu tambah mineral dan sukrosa.

Untuk setiap media masing-masing disiapkan 18 erlenmeyer ukuran 250 ml dan media yang telah disterilkan demikian juga dengan peralatan dan penutup (kapas). Kemudian secara aseptis diinokulasikan bibit sebanyak 1 ml. Diinkubasi pada suhu $34^{\circ}C$ dengan kecepatan bergoyang 170 rpm.

Pengamatan

Untuk setiap jenis kultur cair diadakan pengamatan terhadap viskositas, jumlah alginat, berat kering sel dan residu gula pada umur kultur 2,3,4,5 dan 6 hari.

Viskositas kultur cair diukur secara langsung dengan alat viskometer Brookfield model LVF.

Masa kering sel diukur dengan cara mengambil kultur cair sebanyak 25 ml dicampur dengan Na_4EDTA 0.5 M (0,8 ml) dan disentrifuge pada 1000 rpm selama 40 menit. Endapan diambil dan dicuci dengan akuades kemudian disentrifuge lagi pada 1000 rpm selama 40 menit. Endapan disaring dengan pompa vakum dan dikeringkan pada suhu $100^{\circ}C$ sampai diperoleh berat konstan (modifikasi metode Jarman et al., 1979).

Jumlah alginat ditentukan dengan cara mengambil kultur cair sebanyak 50 ml dan ditambahkan NaCl 5 M (1,6 ml) dan isopropanol 3 kali volume kultur cair. Kemudian disentrifuge pada 1000 rpm selama 40 menit. Endapan disaring dengan pompa vakum dan dikeringkan pada suhu $45^{\circ}C$ sampai diperoleh berat konstan. Residu gula diuji dengan metoda DNS.

Uji mutu produk

Jumlah alginat optimal yang diperoleh dari keempat jenis media yang digunakan diuji mutunya dengan cara pengukuran viskositas yang diberi perlakuan suhu, pH, garam dan Shear rate.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Alginat

Hasil fermentasi pada media sintetis tanpa khamir

Penggunaan media sintetis tanpa khamir sesuai dengan media yang diusulkan oleh Chen et al. (1985). Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa beberapa paeameter selama fermentasi kultur cair media sintetis tanpa khamir

Masa Inkubasi (hari)	Alginat (g/l	Alginat murni (g/l)	Berat sel g/l	Visksitas cps	Residu gula %
2	2,0	0,5	0,5	3,4	1,30
2	0,8	0,2	0,6	3,8	1,50
3	4,5	3,0	1,5	8,4	0,70
3	5,0	3,2	1,8	8,8	0,70
4	6,8	4,3	2,5	10,2	0,40
4	6,0	3,7	2,3	9,4	0,30
5	6,2	3,7	2,5	10,4	0,30
5	6,4	3,7	2,7	10,5	0,20
6	6,5	3,7	2,8	10,2	0,05
6	6,7	4,3	2,4	10,4	0,01

Dari Tabel 1 terlihat bahwa konsentrasi alginat yang terbesar diperoleh pada masa inkubasi 4 hari. Demikian juga untuk nilai viskositas dan berat kering sel. Sedangkan residu gula menurun terus dari hari kedua sampai hari keenam. Hal ini menunjukkan bahwa sukrosa yang diberikan dimanfaatkan oleh .bakteriA. vinelandii sebagai sumber energi yang dapat diubah menjadi alginat.

Konsentrasi alginat murni terbesar adalah 4,0 g/l, berat kering sel optimal 2,4 g/l dan viskositas optimal 9,53 cps.

Hasil Fermentasi Pada Media Sintetis Ditambah Khamir

Jenis media merupakan modifikasi dari media Chen rt al. (1985) yang ditambah khamir sebesar 0.5 g/l (0.05%) sesuai dengan ATTC (1989). Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa beberapa parameter selama fermentasi kultur cair media sintetis ditambah khamir

Masa Inkubasi (hari)	Alginat g/l	Alginat murni g/l	Berat sel g/l	Viskositas cps	Residu gula%
2	3,2	2,2	1,0	3,5	1,40
2	3,0	2,2	0,8	3,6	1,20
3	5,0	3,6	1,4	8,0	1,10
3	4,2	2,4	1,8	8,2	0,80
4	7,0	4,6	2,4	10,2	0,40
4	6,6	4,1	2,5	10,6	0,20
5	6,8	4,2	2,6	10,5	0,30
5	7,2	4,9	2,3	10,2	0,20
6	7,0	4,2	2,8	11,2	0,09
6	7,2	4,2	3,0	11,4	0,05

Dari Tabel 2 terlihat bahwa konsentrasi alginat terbesar terdapat pada masa inkubasi 4 hari. Demikian juga dengan berat kering sel dan viskositas. Residu gula juga mengalami penurunan dari hari kedua sampai hari keenam. alginat tertinggi adalah 4,35 g/l, berat kering sel 2,45 g/l dan viskositas tertinggi diperoleh pada masa inkubasi 6 hari yaitu sebesar 11,3 cps. Sedangkan viskositas pada masa inkubasi 4 hari adalah 10,3 cps.

Jika dibandingkan antara alginat optimal pada media sintetis tanpa khamir dengan tambah khamir, maka yang menggunakan khamir nilainya lebih tinggi 0,35 g/l.

Hasil Fermentasi pada Media Limbah Cair Tahu

Untuk mengetahui peranan LCT pada pertumbuhan *A. vinelandii* dalam memproduksi alginat, maka diadakan penggunaan LCT tanpa mineral, tetapi sebagai sumber carbon ditambahkan sukrosa sebesar 2%. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisa beberapa parameter selama fermentasi kultur cair media limbah cair tahu tanpa mineral

Masa inkubasi (hari)	Alginat gl	Alginat murni g/l	Berat sel g/l	Viskositas cps	Residu gula %
2	3,12	1,82	1,3	4,4	1,5
2	3,20	1,70	1,5	3,9	1,5
3	5,40	3,20	2,2	9,2	0,7
3	5,20	2,80	2,4	8,4	0,7
4	6,30	3,70	2.6	10,2	0,5
4	6,20	3,40	2,8	10,6	0,4
5	7,50	4,50	3,0	10,8	0,3
5	7,40	4,60	2,8	10,6	0,2
6	7,80	4,50	3,0	10,4	0,05
6	7,6	4,40	3,2	10,0	0,03

Dari Tabel 3 terlihat bahwa produksi alginat yang tertinggi diperoleh pada hari ke-5. hal ini dapat disebabkan karena perbedaan media dimana pada media sintetis adanya unsur-unsur pembatas yang mungkin tidak terdapat pada LCT. Sehingga produksi tertinggi diperoleh pada waktu yang lebih lama. Tetapi jika dilihat dari jumlah alginat yang dihasilkan, maka pemanfaatan limbah cair tahu tidak kalah bahkan lebih besar yaitu sebesar 4,55 g/l, demikian juga dengan viskositas yang meningkat sesuai dengan peningkatan jumlah alginat dan berat kering sel. Sebaliknya residu gula menurun terus dari umur 2 hari sampai 6 hari.

Hasil Fermentasi pada Media Limbah Cair Tahu Ditambah Mineral

Karena ada beberapa unsur faktor pembatas yang diperlukan untuk pertumbuhan *A. vinelandii* yang tidak terdapat pada LCT, maka dicoba juga pemanfaatan LCT yang ditambahkan mineral. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisa beberapa parameter selama fermentasi kultur cair media limbah cair tahu ditamah mineral.

Masa inkubasi (hari)	Alginat g/l	Alginat murni g/l	Berat sel g/l	Viskositas cps	Residu gula %
2	4,2	2,2	2,0	4,1	1,30
2	3,8	1,6	2,2	4,3	1,20
3	6,4	3,9	2,5	10,2	0,60
3	6,2	3,9	2,3	9,6	0,50
4	8,2	4,8	3,4	9,8	0,40
4	8,4	5,2	3,2	10,6	0,30
5	8,5	5,0	3,6	10,2	0,30
5	8,8	5,1	3,7	10,4	0,20
6	8,8	4,8	4,0	11,0	0,05
6	8,6	4,8	3,8	11,2	0,03

Dari Tabel 4 terlihat bahwa konsentrasi alginat optimal diperoleh pada masa inkubasi hari ke-4 yaitu sebesar 5,0 g/l. Berat kering sel dan viskositas cenderung meningkat dari hari kedua sampai hari keenam. Sebaliknya residu gula menunjukkan penurunan dari hari kedua sampai keenam.

Jika dibandingkan dari keempat jenis media yang digunakan dalam menghasilkan alginat secara kuantitatif/jumlah maka dapat diurut bahwa penghasil alginat terbesar adalah LCT ditambah mineral (5,0 g/l); LCT tanpa mineral (4,55 g/l); media sintetis ditambah khamir (4,35 g/l) dan yang terkecil adalah media sintetis tanpa khamir yaitu sebesar 4,0 g/l (Tabel 1, 2, 3, dan 4). Urutan ini berbeda nyata secara statistik.

Namun dari waktu yang diperlukan untuk memperoleh hasil yang optimal untuk media sintetis baik yang tanpa khamir maupun dengan khamir dan media LCT ditambah mineral diperlukan waktu selama 4 hari. Sedangkan untuk media LCT yang tanpa ditambahkan mineral untuk memperoleh hasil optimal diperlukan waktu yang lebih lama yaitu 5 hari.

Hal ini dapat terjadi karena mikroorganisme yang dipindahkan ke dalam suatu medium, mula-mula akan mengalami fase adaptasi untuk menyesuaikan dengan kondisi lingkungan sekitarnya. Lamanya fase adaptasi dipengaruhi oleh medium dan lingkungan pertumbuhan, jika berbeda dengan lingkungan medium sebelumnya maka memerlukan adaptasi untuk pembentukan atau sintesa enzim-enzim yang diperlukan. Sebaliknya jika mediumnya sama dengan sebelumnya mungkin tidak diperlukan fase adaptasi. Selain faktor medium dan kondisi lingkungan juga dipengaruhi oleh jumlah inokulum, semakin banyak jumlah awal sel akan mempercepat fase adaptasi.

Lambatnya fase adaptasi dapat disebabkan karena kultur dipindahkan dari medium yang kaya nutrien ke medium yang kandungan nutriennya terbatas, mutan yang baru dipindahkan dari fase statis ke medium baru dengan komposisi sama seperti sebelumnya (Fardiaz, 1987).

Pada medium limbah cair tahu (LCT) tanpa penambahan mineral, seolah-olah kultur mangalami perpindahan dari medium yang kaya nutrien ke medium yang nutriennya terbatas khususnya jenis-jenis mineral yang merupakan faktor pembatas dalam pertumbuhan mikroorganisme yang tidak terdapat pada limbah cair tahu atau kalaupun ada konsentrasinya yang mungkin sangat kecil sekali. Contoh unsur-unsur tersebut adalah phospat, kalium, asetat, molibdat dan ferum.

Mineral yang terdapat pada LCT diantaranya adalah kalsium 24.3700 - 34,0300 ppm, kuprum dan natrium kurang dari 1 ppm dan magnesium 2,9610 ppm. Unsur-unsur ini memang diperlukan dalam pertumbuhan *A. vinelandii.* Sedangkan unsur-unsur lainnya yang diperlukan adalah fosfat dalam bentuk KH_2PO4 dan K_2HPO_4 dan molibdat dalam bentuk $Na_2MoO_4.2H_2O$ serta natrium asetat dan natrium khlorida. Meskipun mineral yang terdapat pada LCT konsentrasinya sangat rendah yang dilaporkan oleh Kuswardhani dan Rochani (1985 dan 1986) kemungkinan ada unsur lainnya yang dapat mendukung pertumbuhan *A. vinelandii* sehingga meskipun tidak ditambahkan mineral sintetis alginat yang dihasilkan masih lebih besar dibandingkan dengan media sintetis.

Mutu Alginat yang Dihasilkan

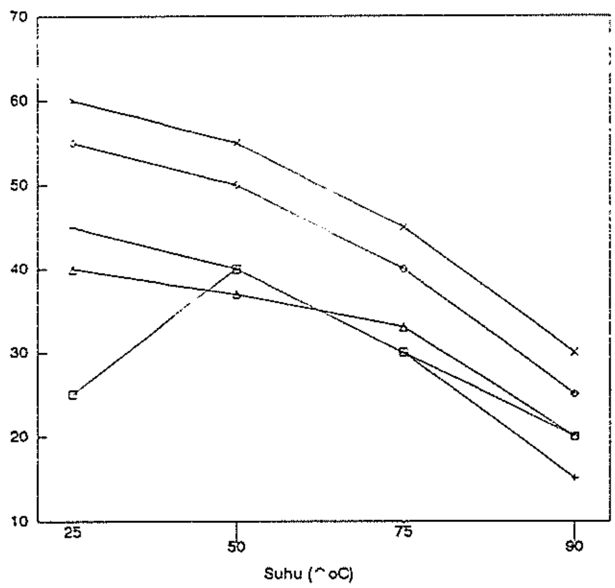
Alginat komersial diproduksi dalam berbagai bentuk, bervariasi dalam bobot molekul, kandungan kalsium, bentuk partikel, ukuran partikel, dan rasio antara asam poliguluronat dan asam polimannuronat. Umumnya alginat dipasarkan dalam bentuk garam diantaranya adalah natrium alginat, kalium alginat, amonium alginat dan kalsium alginat atau dalam bentuk asam alginat (King, 1982).

Standar mutu untuk alginat yang berasal dari mikroba belum ada, tetapi alginat komersial yang berasal dari rumput laut ada yang lebih mengutamakan tingkat kemurnian, abu, susut berat, serta cemaran logam berat. Jadi standar ini kurang tepat jika diterapkan pada laginat yang berasal dari mikroba. Oleh sebab itu untuk mengetahui mutu alginat ini diuji sesuai dengan fungsi utama dari alginat yang sangat ditentukan oleh sifat rheologinya.

Sifat rheologi dari alginat dapat diketahui melalui pengukuran viskositas. Viskositas alginat yang berasal dari rumput laut ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya adalah derajat polimerisasi, konsentrasi, temperature, pH, dan terdapatnya ion-ion bervalensi dua atau tiga (Satia, 1975).

Pengaruh Suhu terhadap Viskositas

Pengaruh suhu terhadap viskositas dapat dilihat pada Gambar 1. Alginat yang dihasilkan dari keempat jenis media khususnya pada hasil yang optimal diadakan pengukuran viskositas pada suhu 24°C, 50°C, 75°C, dan 90°C. Disamping alginat yang berasal dari fermentasi juga diadakan pengukuran viskositas pada natrium alginat komersial sebagai pembanding. Alginat komersial yang digunakan berasal dari Jepang yang termasuk pada kategori food grade.



Gambar 1. Kurva pengaruh suhu terhadap viskositas alginat yang berasal dari media

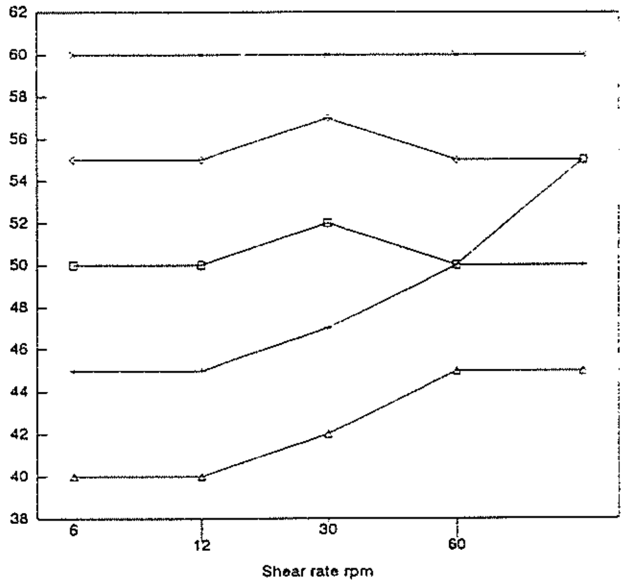
Dari Gambar 1 terlihat bahwa alginat pada suhu ruang (25°C) berkisar dari 40 - 60 cps. Sedangkan alginat yang berasal dari mikroorganisme bervariasi dari 40 - 50 cps. Viskositas tertinggi adalah pada alginat yang diperoleh dari media LCT dengan penambahan mineral yaitu 55 cps yang terendah juga dari LCT tetapi tanpa penambahan mineral. Sedangkan yang berasal dari media sintetis relatif viskositasnya tinggi yaitu 50 cps untuk yang tanpa penambahan khamir. Untuk media sintetis yang ditambahkan khamir viskositasnya lebih rendah yaitu 45 cps.

Jika diperhatikan viskositas produk pada suhu ruang dari berbagai media, maka terlihat perbedaanya. Hal ini erat kaitannya dengan komponen penyusun alginat yang sangat dipengaruhi oleh nutrien khususnya mineral-mineral yang diperlukan untuk pertumbuhan. Terutama sekali adalah unsur phosphat yang dapat menentukan jumlah asam poliguluronat dan asam polimannuronat serta O-acetyl.

Untuk semua jenis media dan natrium alginat yang berasal dari rumput laut cenderung mengalami penurunan viskositas dengan peningkatan suhu.

Pengaruh "Shear rate" terhadap Viskositas

Alginat yang diukur viskositasnya dengan perubahan "Shear rate" yang dimulai dari 60 rpm, 30 rpm. 12 rpm dan 6 rpm. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 2.



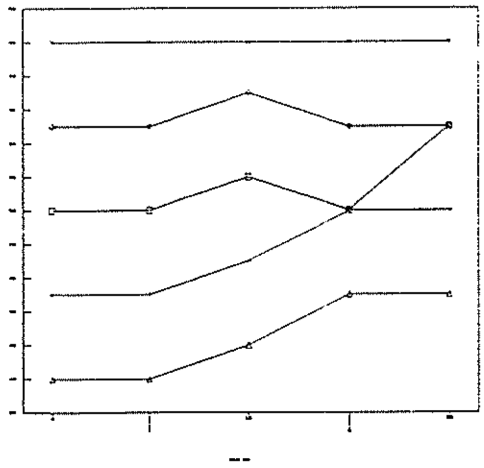
Gambar 2. Kurva pengaruh "Shear rate" terhadap viskositas alginat dari berbagai jenis media

Dari Gambar 2 tampak bahwa alginat yang berasal dari mikroorganisme dari ke 4 jenis media mengalami penurunan viskositas dengan peningkatan "Shear rate". Sedangkan natrium alginat komersial yang berasal dari rumput laut tidak dipengaruhi oleh "Shear rate. Viskositasnya konstan yaitu 60 cps baik pada "Shear rate" rendah maupun tinggi (6 rpm, 12 rpm, 30 rpm, dan 60 rpm). Menurut teori viskositas yang tidak dipengaruhi oleh "Shear rate" dikatakan bersifat newtonian. Sebaliknya viskositas yang dipengaruhi oleh "Shear rate" dikatakan bersifat thixotropik dan pseudoplastik.

Sifat pseudoplastik dari alginat yang dihasilkan oleh bakteri ini akan memberikan tekstur yang menyenangkan didalam mulut serta akan menciptakan flavor yang baik jika digunakan sebagai food additive pada produk pangan. Sifat pseudoplastik juga akan menguntungkan dalam prosesing dalam pemompaan dan filling. Meskipun dalam industri lainnya belum diketahui keuntungan sifat pseudoplastik dari alginat yang berasal dari bakteri (Chen et al., 1985).

Pengaruh Garam terhadap Viskositas

Pengukuran viskositas pada alginat yang dihasilkan dengan berbagai konsentrasi garam (NaCl) didasarkan pada fungsi alginat dalam pangan yang selalu menggunakan garam pada konsentrasi rendah. Konsentrasi garam yang digunakan berkisar dari 0 - 2,5%. Hasil perubahan viskositas karena penambahan garam dapat dilihat pada Gambar 3.

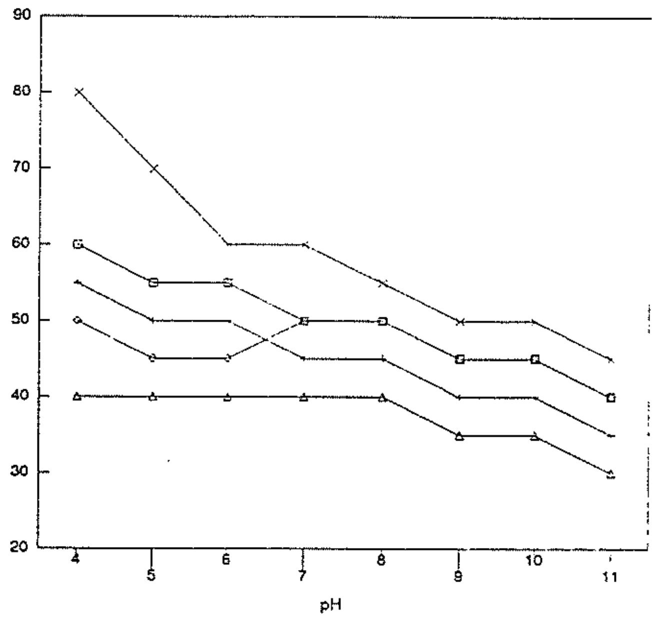


Gambar 3. Kurva pengaruh NaCl terhadap viskositas

Dari Gambar 3 terlihat bahwa penambahan garam NaCl sampai 2,5% relatif tidak mempengaruhi viskositas. Meskipun keberadaan garam kation dapat menyebabkan peningkatan viskositas bahkan pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan pengendapan. Namun untuk garam monovalen seperti NaCl justru dapat mempertahankan viskositas larutan alginat. Pada konsentrasi 0,5% pengaruhnya sangat kecil terhadap perubahan viskositas (King, 1982).

Pengaruh pH terhadap Viskositas

Pada industri pangan biasanya alginat digunakan dalam berbagai jenis produk baik yang ber-pH rendah, pH netral maupun pH tinggi. Demikian juga pada produk kosmetika dan farmasi. Oleh sebab itu diadakan uji pengaruh perubahan pH terhadap viskositas alginat yang dihasilkan. Hasil pengukuran viskositas dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva Pengaruh pH terhadap viskositas alginat yang berasal dari berbagai media

Dari Gambar 4 terlihat bahwa viskositas alginat yang relatif stabil walaupun agak berfluktuasi dan hampir semua jenis alginat yang dihasilkan mempunyai viskositas yang tinggi pada pH 4. Hal ini diduga karena konsentrasi kalsium yang minimal pada produk sehingga viskositas tinggi. Viskositas larutan natrium alginat relatif stabil pada pH 5,5 - 11 (King, 1982).

Dari hasil pengukuran viskositas yang diubah-ubah pH-nya dapat disimpulkan bahwa alginat ini baik digunakan untuk produk yang ber-pH 4 - 11 walaupun pada pH 9 - 11 viskositasnya menurun. Penurunan dari viskositas relatif seirama untuk ke 4 jenis media yang digunakan, demikian juga dengan natrium alginat komersial.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa: Limbah Cair tahu dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan alginat dengan konsentrasi alginat yang tinggi. Viskositas alginat yang berasal dari mikroba lebih rendah dibanding dengan alginat komersial, tetapi lebih bersifat pseudoplastik.

Sebagai saran sebaiknya penelitian ini dilanjutkan untuk melihat komponen penyusun alginat dari berbagai jenis media sehingga dapat diketahui secara pasti beda alginat yang berasal dari mikroba serta peranan dari LCT. Dalam rangka efisiensi biaya ada baiknya dicoba pemanfaatan tapioka sebagai sumber karbon. Dan uji aplikasi produk pangan.

DAFTAR PUSTAKA

Boyd, R.F. 1984. General Microbiology. Times mirror. Mosby college publishing. St. Louis. Missouri.

Chen, w. p., J.Y. Chen., S.C. Chang dan C.L. Su. 1985. Bacterial alginat produced by mutant of A. vinelandii. Applied and Envir. Mic. Mar. 543 - 546.

Fardiaz, S. 1987. Fisiologi fermentasi. PAU-LSI Institut Pertanian Bogor. Bogor. 186.

Glicksman, M. 1979. Gelling hydrocolloids in food product applications. Dalam Blanshard, J.v.M. dan J.R. Mitchel (eds). Polysaccharides in Food. Butterworths. London.

Globefish, FAO. 1988. Seaweed- The Least Known of Marine.

Horan, N.J., T.R. Jarman dan E.A. Dawes. 1981. Effect of carbon Source and in organic phosphate concentration of the production of alginic acid by a mutant of A. vinelandii and on the enzymes involved in its biosynthesis. J. Gen. Microbiol. 129: 2985 - 2990.

Jarman, T.R., L. Deavin., S. Slocombe dan R.C. Righelato. 1978. Investigation of the effect of environmental condition on the rate of exopolysaccaride synthesis in A. vinelandii. J. gen. Microbiol. 107: 59 - 64.

Kuswardhani, I. 1985. Mempelajari Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk memproduksi enzim pendegradasi Pati menjadi Glukosa dari Kapang yang diisolasi dari singkong. Skripsi. Fateta-IPB. Bogor.

Ling, A.H. 1982. Brown seaweed algae extracts (alginates). Dalam Glicksman, M (ed). Food Hydrocolloids. 2:188. CRC Press Inc. Ohio.

Lapage, S.P., J.E. Shelton dan T.G. Mitchell. 1970. Media for the maintenance and preservation of bacteria. Dalam Norris dan Ribbons (eds). Methods in Microbiology. Vol III. Academic Press. London.

Rochani, R. 1986. Aktivitas Protease dari Bacillus subtillis pada media limbah cair tahu. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fateta- IPB. Bogor.

Satia. 1975. Alginates Seaweed Extract. Ceca. Versailles.

Sutherland, I.W. dan D.C. Elwood. 1979. Miccrobiol exopolysaccarides industrial polimers of current and future potensial. Dalam Bull, A.T., D.C Elwood dan C. Ratledge (eds) Microbiol Technology: Current State, Future Prospects. Cambridge University Press. Cambridge. London.

Thompson, J.P. dan V.B.D. Skerman. 1979. Azotobacterriaceae: The Taxonomi and Ecology of The Aerobic nitrogen Fixinf Bacteria. Academic Press. London.

Winarno, F.G. 1990. teknologi Pengolahan Rumput laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 112.