

PENGGUNAAN BIOPOLIMER DI DALAM INDUSTRI¹⁾

THE USE BIOPOLYMER IN THE INDUSTRY



Bambang Djatmiko²⁾

ABSTRACT

Biopolymer consists of various components produced from agriculture, whether from extraction process, reaction, or microbiological process. Specific character of the polymer is the thickening ability, so this component is widely used as stabilizer (thickening agent) in various food as well as non-food industry, especially that related to textural characteristic such as jam and sauce, and various forms of cosmetic emulsion and medicine product.

The significant utilization of biopolymer is especially in emulsion industry, food as well as non-food, which are now consist of about 80% of various types of industry in Indonesia. This is because biopolymer has the thickening ability character which directly increase the viscosity as well as emulsion stability.

Biopolymer, which are dominantly used in the various industries are pullulan, CMC, karagian, arabic gum, and xanthan gum. among those polymer, pullulan recently get the most attention because this polymer can be processed into the form of paper or film, which uniquely, are degradable, non-toxic, and low oxygen permeability, hence used widely in packaging materials.

RINGKASAN

Biopolimer merupakan berbagai komponen hasil pertanian yang diperoleh, baik melalui proses ekstraksi, reaksi maupun proses mikrobiologis. Sifat spesifik yang ditunjukkan oleh polimer tersebut adalah sifatnya yang dapat mengental, sehingga komponen tersebut banyak digunakan sebagai stabilizer (Thickening Agent) pada berbagai industri pangan maupun non-pangan, terutama yang berhubungan dengan sifat tekstural, seperti pada jem dan saus, serta berbagai bentukan produk emulsi kosmetik dan obat2an.

1) Disampaikan pada Seminar Bioteknologi Perkebunan dan Lokakarya Biopolimer Untuk Industri, PAU Bioteknologi IPB, Bogor 10-11 Desember 1991.

2) Staf Pengajar di Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB

Penggunaan biopolimer yang signifikan, terutama pada Industri Emulsi, pangan maupun non-pangan, yang sekarang ini jumlahnya sekitar 80% dari berbagai tipe industri di Indonesia. Hal tersebut disebabkan biopolimer memiliki sifat dapat mengental, yang secara langsung dapat meningkatkan viskositas ataupun stabilitas emulsi.

Biopolimer yang penggunaannya dominan pada berbagai industri tersebut, antara lain pullulan, CMC, karaginan, gum arab dan gum xantan. Diantara polimer tersebut, sekarang ini pullulan mendapat perhatian yang lebih dari yang lain, karena polimer tersebut dapat dioleh menjadi bentukan kertas atau film, yang memiliki kekhasan degradable, non toksik, dan permeabilitasnya terhadap oksigen rendah, sehingga banyak digunakan sebagai bahan pengemas.

I. PENDAHULUAN

Hampir dalam semua pengolahan bahan pangan melibatkan penggunaan aditif pangan. Sebenarnya penambahan aditif pangan ke dalam makanan telah lama dilakukan sejak berabad-abad dalam sejarah peradaban manusia. Penggunaan pati sebagai pengental, rempah-rempah sebagai pengikat cita rasa, ekstrak zat warna hijau daun pandan untuk memperindah warna makanan, tepung ikan kering sebagai pembangkit cita rasa, telah lama dipraktekkan manusia, yang kesemuanya itu bertujuan untuk memuaskan kemikmatan makanan yang akan dikonsumsi.

Kini berbagai jenis aditif pangan telah banyak dihasilkan, baik dari bahan alami maupun sintesis, dan penggunaannya sudah cukup meluas. Tujuan penggunaan aditif pangan secara umum adalah untuk satu atau lebih dari kegunaannya, yaitu : (1) mengamankan nilai gizi, (2) mendapat bahan yang penting dalam makanan untuk kelompok konsumen yang memerlukan diet khusus, (3) memperbaiki kualitas atau mempertahankan nilai mutu organoleptik, dan (4) mempermudah pengolahan.

Tujuan penggunaan aditif pangan tersebut belum diketahui secara menyeluruh oleh masyarakat konsumen. Begitu

juga fungsi, jumlah penggunaan dan batas konsumsi yang aman, sehingga pengertian tentang aditif pangan menurut ketentuan yang berlaku bukanlah untuk menutupi kualitas makanan yang rendah, tidak untuk penipuan, dan juga tidak untuk menutupi kerusakan makanan, tetapi untuk menyajikan makanan dalam bentuk yang lebih menarik (rupa dan rasa), lebih baik konsistensinya, serta awet dan sesuai dengan cita rasa yang dikehendaki konsumen.

Di lain pihak ada juga penggunaan aditif pangan yang tidak seperti tujuan semula bahkan disinyalir bahwa penggunaan aditif pangan pada saat ini masih belum secara efektif. Begitu juga batas pemakaian dan penyalahgunaannya banyak tidak terkontrol. Sebagai contoh, pernah terjadi penyalahgunaan pemakaian zat pewarna tekstil untuk makanan. Kasus ini yang belum terungkap mungkin masih banyak.

Terlepas dari masalah penyalahgunaan pemakaiannya, sesungguhnya aditif pangan penting artinya dalam industri pengolahan pangan. Sedemikian besarnya peranan aditif pangan untuk membuat makanan menjadi lebih menarik, sehingga kenyataan pun membuktikan bahwa sebagian besar makanan/minuman yang beredar di pasar menggunakan aditif pangan.

Diantara aditif pangan yang sekarang sedang banyak diberi perhatian dalam industri adalah biopolimer karena karakteristiknya yang memungkinkan untuk digunakan tidak hanya untuk industri pangan juga pada industri non-pangan, antara lain pullulan digunakan untuk membuat berbagai stabilizer tanah dan berbagai jenis produk kosmetik. Secara khusus biopolimer juga digunakan dalam Industri Emulsi, yang jumlahnya sekarang sekitar 80% dari industri yang ada di Indonesia, terutama sebagai pengental (stabilizer, thickening agent) yang secara langsung bisa meningkatkan stabilitas sistem emulsi.

Dalam tulisan ini diuraikan berbagai jenis biopolimer beserta karakteristik dan penggunaannya secara umum, dengan harapan dapat dimanfaatkan oleh para pemasok atau pengguna ataupun pihak lain yang memerlukan informasi mengenai biopolimer tersebut.

II. BIOPOLIMER

Yang dimaksudkan dengan biopolimer dalam tulisan ini adalah berbagai komponen hasil pertanian yang berupa polimer yang diperoleh, baik melalui proses ekstraksi, reaksi maupun proses mikrobiologis. Sifat yang spesifik yang ditunjukkan oleh polimer tersebut adalah sifatnya yang dapat mengental, sehingga komponen tersebut banyak digunakan sebagai stabilizer (thickening agent).

Produk pangan diciptakan dan dioleh tidak semata-mata untuk tujuan peningkatan nilai gizi, tapi juga untuk mendapatkan karakteristik fungsional yang memenuhi selera konsumen. Karakteristik fungsional yang diinginkan diantaranya berhubungan dengan sifat tekstural, salah satunya adalah kekentalan. Sifat tekstural ini diinginkan pada bahan makanan tertentu, seperti jem dan saus.

Kekentalan dapat dibuat dengan menambahkan bahan pengental (thickening agent). Mekanisme pengentalan berawal dari pengaruh peningkatan viskositas itu sendiri merupakan ketahanan terhadap aliran suatu cairan, yang didefinisikan sebagai rasio tegangan geser terhadap kecepatan geser.

Bahan pengental adalah hidrokoloid atau sering disebut gum, yaitu senyawa polimer berantai panjang dengan berat molekul tinggi, larut atau terdispersi dalam air, dan dapat meningkatkan viskositas. Bahan pengental yang sering digunakan dalam bahan makanan, antara lain pullulan, CMC, karaginan, gelatin, gum arab, dan gum xantan. Selain

dapat mengentalkan bahan makanan cair, secara umum polimer ini juga dapat berfungsi sebagai penstabil emulsi (stabilizer).

Pada alinea-alinea berikut diutarakan beberapa biopolimer yang banyak digunakan di dalam industri pangan maupun non-pangan (kosmetik).

1. Pullulan

Pullulan merupakan salah satu polisakarida ekstraseluler yang banyak menarik perhatian ilmuan dan kalangan industri, baik karena kegunaannya maupun tingkat konversinya yang tinggi.

Pullulan banyak digunakan sebagai pengganti plasma darah untuk pengobatan shock, stabilizer tanah, perekat, flokulan, anti koagulan, obat gigi, bahan dasar lipstick, dan pelapis resin.

Dalam industri pangan pullulan banyak digunakan sebagai "thickener", bahan pengikat, dan bahan pengemas. Kegunaannya untuk pengemas bahan pangan dimungkinkan karena kemampuan pullulan untuk membentuk film yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Plastik pullulan memiliki berbagai kelebihan dari plastik lainnya, terutama karena sifatnya non-toksik, permeabilitasnya rendah terhadap oksigen, dan dapat didegradasikan oleh mikroorganisme.

Serat pullulan memiliki kekuatan yang sama dengan rayon dan nilon, dan dengan kombinasi serat alami dapat digunakan untuk membuat berbagai kertas khusus.

Pullulan tidak berkalori, sehingga dapat pula digunakan sebagai pengganti pati dalam makanan dan minuman rendah kalori.

Produksi pullulan secara industri dilakukan oleh Hayashibara Biochemical Laboratories Inc, Okayama, Japan, dengan substrat hidrolisa pati.

Pullulan adalah nama umum dari semua α -D-glukan yang diproduksi oleh *Pullularia pullans*.

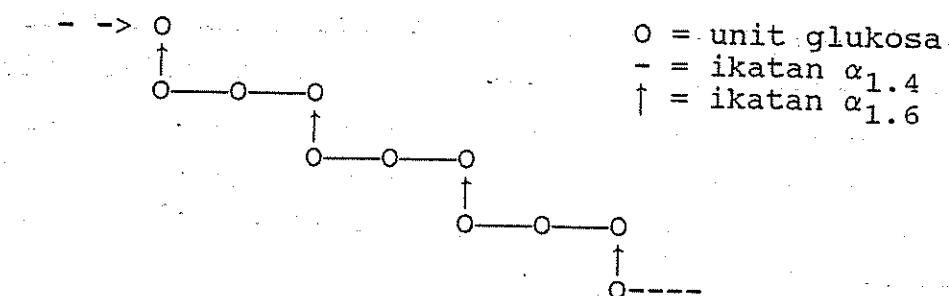
Struktur kimia polisakarida kapang ini bervariasi menurut substrat dan strain mikroorganisme yang digunakan. Seperti halnya pati, polisakarida ekstraseluler ini mengandung ikatan α -1,4 dan α -1,6, hanya berbeda dalam struktur ikatan dan komposisi ikatan glikosidiknya (Tabel 1.)

Tabel 1. Struktur dan komposisi berbagai jenis glukan*)

Glukan	Komposisi ikatan glikosidik α -1,4 : α -1,6	Struktur
Pullulan	2 : 1	Linier
Amilopektin	25 : 1	Bercabang
Amilosa	> 1000 : 1	Linier

*) Marshall (1980).

Secara umum didefinisikan bahwa pullulan adalah glukan netral yang larut dalam air, terdiri atas rantai linear glukopiranososa yang berikatan α -1,4 dan α -1,6 (2 : 1) atau polimer linear maltotriosa yang dihubungkan dengan ikatan α -1,6. Struktur kimia pullulan disajikan dalam gambar berikut ini.



Gambar 1. Struktur kimia pullulan (Shipman dan Fan, 1978)

Dari berbagai penelitian ditemukan, bahwa dari beberapa preparasi, pullulan mengandung 5 hingga 7 persen unit maltotetraosa, dan unit maltotetraosa 6.6 persen.

Meskipun pullulan dan pati sama-sama berhubungan dengan struktur amilosa, keduanya dapat dibedakan berdasarkan penerimaannya terhadap degradasi enzimatik. Pullulan tidak bereaksi terhadap α dan β amilase, bereaksi lambat terhadap enzim glikoamilase dan hampir seluruhnya dapat didegradasi oleh enzim pullulanase menjadi maltotriosa.

Pullulan merupakan metabolit sekunder yang diproduksi oleh *Pullularia pullulans* saat konsentrasi amonium diabaikan dan sumber karbon tertentu (glukosa, fruktosa, sukrosa, maltosa) berada dalam keadaan berlebih.

Polisakarida nitral ini berbentuk padatan berwarna putih, larut dalam air, membentuk larutan yang berwarna jernih, memiliki sifat merekat, metabolismenya berlangsung secara lambat. Bobot molekul dan sifat rheologik pullulan berbeda-beda tergantung strain yang digunakan, kondisi dan lama fermentasi. Nilai bobot molekul tersebut dapat bervariasi dari 10 000 sampai dengan 400 000 atau lebih.

2. Karboksimetil selulosa (CMC)

CMC merupakan gum semi sintetik yang dihasilkan dari reaksi antara alkali selulosa dengan natrium monoklorasetat. Bahan pengental yang banyak dipakai dalam industri makanan ini berbentuk bubuk putih dan larut dalam air. Viskositas larutan CMC 2 persen bervariasi, dan umumnya berada pada selang 10-50 000 cps. Larutan CMC stabil pada pH 5-11, dengan stabilitas terbaik pada pH 7-9. Bila pH terlalu rendah, yaitu di bawah 3, CMC akan mengendap.

Penggunaan CMC akan efektif pada konsentrasi 0.15-0.2 persen. CMC dapat dikombinasikan dengan bahan pengental

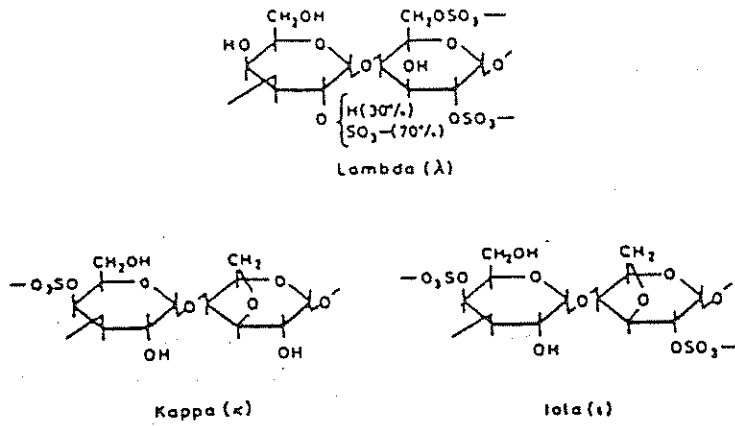
lain dengan proporsi 1-1.2 bagian CMC dan 1 bagian lainnya, misalnya karaginan. Dalam pembuatan minuman yogurt, CMC dapat ditambahkan sebanyak 0.75 persen untuk meningkatkan kekentalan dan sekaligus menstabilkan minuman tersebut.

3. Karaginan

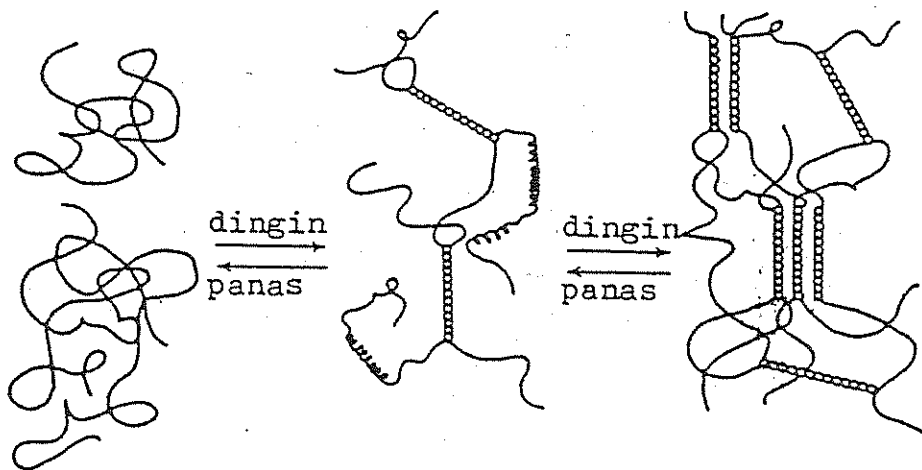
Bahan pengental ini digunakan cukup luas dalam industri pengolahan susu, terutama dalam pembuatan susu coklat. Kehadiran karaginan dalam susu coklat dapat membantu menstabilkan dispersi koloid protein dengan membentuk kompleks protein-karaginanat, dan mencegah pengendapan partikel coklat.

Karaginan dihasilkan dari ekstraksi rumput laut merah. Polimernya terdiri dari galaktosa, dan dibedakan atas tiga fraksi, yaitu lamda, kapa dan iotakaraginan. Perbedaan ini berdasarkan pada ester sulfat dan kadungan 3.6-anhidrogalaktosanya (Gambar 2.). Kapa dan iota-karaginan dapat membentuk gel jika dalam larutannya masing-masing ada ion kalium dan kalsium. Pembentukan gelnya bersifat reversibel karena pengaruh panas. Pada kondisi dingin rantai polimernya berkumpul membentuk jaringan tiga dimensi helik, membangun suatu struktur gel, seperti terlihat pada gambar 3.

Suhu pembentukan gel karaginan bervariasi, dan umumnya berada pada selang 45-55°C. Pemanasan pada suhu di atas 65°C gelnya mulai mencair. Karena karaginan dapat membentuk gel dalam konsentrasi rendah, maka penggunaannya sebagai pengental dalam bahan makanan tidak banyak. Dalam pembuatan susu coklat, karaginan biasanya ditambahkan sebanyak 0.025 persen.



Gambar 2. Rumus bangun lamda, kapa dan iota-karagian (Glicksman, 1979)



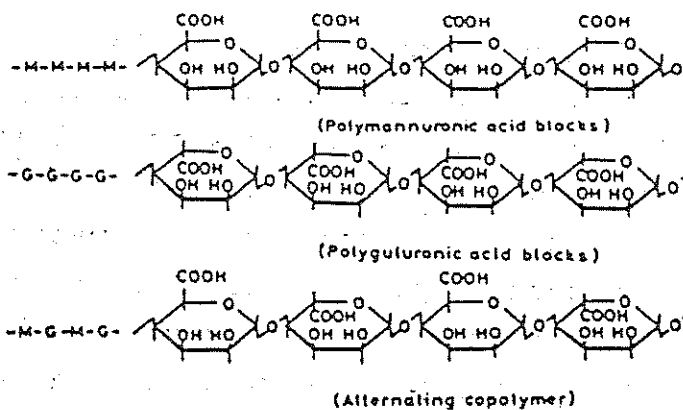
Gambar 3. Mekanisme pembentukan gel karagian (glickman, 1979)

4. Alginat.

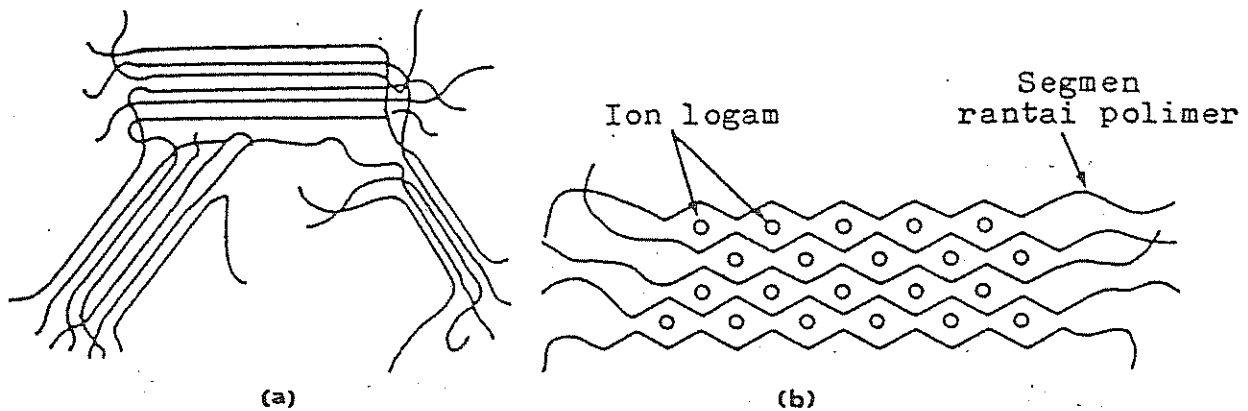
Alginat digunakan sebagai pengental dalam berbagai produk bakeri, saus, minuman dan sebagainya. Molekul polimernya terdiri dari tiga segmen polimer, yaitu unit asam D-manuronat, unit asam L-guluronat, dan unit kopolimer dari D-manuronat dan L-guluronat yang berselang-seling (Gambar 4). Proporsi ketiga segmen tersebut mempengaruhi sifat fungsional alginat.

Bahan pengental ini larut dalam air. Satu persen larutan alginat komersial mempunyai viskositas yang bervariasi, dan umumnya berada pada selang 10-2 000 cp. Larutan alginat stabil pada pH 4-10, dan bila pH turun di bawah 4, alginat akan mengendap. Karena itu dalam produk asam, alginat digunakan dalam bentuk propilenglikoalginat, yang gugusan-gugusan asam karboksilatnya telah diesterkan sebagian dengan propilen oksida untuk mencegah pengendapan.

Bila dalam larutan alginat terdapat ion kalsium, gel akan terbentuk. Pembentukan gel terjadi pada keadaan dingin, melalui proses pengikatan ion kalsium diantara segmen rantai polimer yang bergabung, dengan bentuk menyerupai tempat telur (egg-box) (Gambar 5).



Gambar. 4. Struktur segmen polimer yang terkandung dalam asam alginat (Glicksman, 1979)



- (a) gel kalsium alginat (Rees, 1972 di dalam Glikksman, 1979)
 (b) model tempat telur (egg-box) (Grant et al., di dalam Glikcksman, 1979)

Gambar 5. Struktur Gel alginat

5. Gum Arab

Bahan pengental ini bersifat unik diantara bahan pengental alami lainnya. Kebanyakan gum tidak dapat larut dalam air pada konsentrasi lebih besar dari 5 persen karena viskositasnya yang tinggi, tetapi gum arab dapat larut sampai dengan konsentrasi 50 persen, dengan viskositas yang rendah (sekitar 200 cps). dan masih bertahan pada pH 6-7.

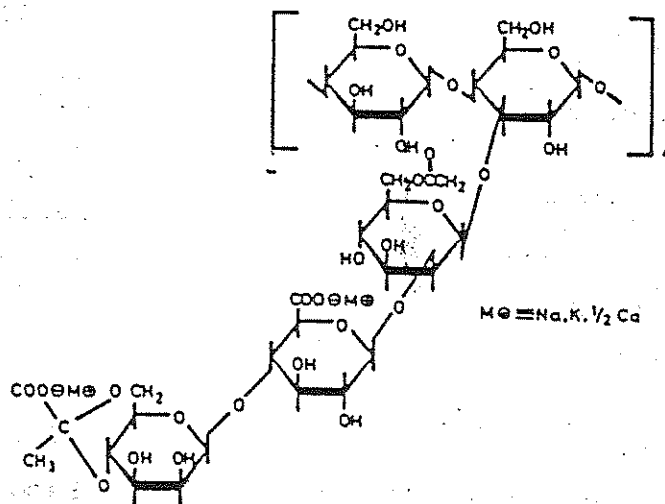
Gum arab merupakan kompleks heteromolekuler dari galaktosa, arabinopiranososa, arabinofuranosa, ramnosa, asam glukuronat dan asam 4-O-metilglukuronat, yang dihasilkan dari cairan atau getah pohon *Acacia*. Gum ini berbentuk serbuk berwarna putih atau putih kekuningan. Penggunaannya dalam berbagai produk banyak memberi keuntungan, karena selain dapat mengentalkan, gum arab juga bersifat sebagai penstabil (stabilizer) yang baik, khususnya emulsi

cita rasa. Karena pada konsentrasi yang rendah viskositasnya juga rendah, maka untuk mendapatkan tingkat kekentalan yang tinggi, gum arab biasanya dikombinasikan dengan gum lainnya.

6. Gum Xantan

Bahan pengental ini dihasilkan dari fermentasi dekstrosa oleh bakteri *Xanthomonas campestris*. Merek dagangnya adalah keltrol. Molekulnya merupakan kompleks polisakarida yang mengandung D-glukosa, D-manosa dan asam D-glukuronat. Struktur kimia gum xantan dapat dilihat pada gambar 6.

Keltrol berbentuk bubuk berwarna krem, mudah larut dalam air panas atau dingin, dan sangat efektif untuk mengentalkan suatu larutan. Viskositas larutan keltrol tidak begitu dipengaruhi oleh perubahan suhu. Larutannya memiliki stabilitas yang cukup baik pada selang yang lebar, dan juga terhadap pembekuan pencairan.



gambar 6. Struktur kimia gum xantan (Glicksman, 1979)

III. LAIN - LAIN

Di dalam praktek atau industri, terutama untuk industri pangan, penggunaan polimer tersebut diberi batasan seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penggunaan berbagai biopolimer yang umum

Nama	Jenis produk	KHA (mg/kg berat badan)*	Batas penggunaan maksimum (mg/kg)**
CMC (Carboxy Cellulose)	Emulsi	0 - 25	Secukupnya
Gum arab	Bir	Tidak terbatas	Secukupnya
	Adonan es krim		5 000
	Coklat minuman, minuman hasil olahan susu		secukupnya
	Sayur yang dikalengkan mengandung mentega, lemak/minyak		10 000
	Saus slada		7 500
	Minuman ringan		500
Karaginan	Sardin kalengan		10 000
	Makanan lain		Secukupnya
	Bir	0 - 75	Secukupnya
	Saus selada		Secukupnya
	Coklat minuman		Secukupnya
	Es krim, adonan es krim		5 000
Sardin kalengan		10 000	
Agar	Sayur kalengan mengandung mentega atau minyak/minyak		10 000
	Coklat minuman, sirup, minuman hasil olahan susu beraroma	Tidak terbatas	Secukupnya

Lanjutan Tabel 2.

Nama	Jenis produk	KHA (mg/kg berat badan)*	Batas penggunaan maksimum (mg/kg)**
	Sardin kalengan		20 000
	Adonan es krim		5 000
	Makanan lain		secukupnya
Amonium, Kalium, Kalsium, dan natrium alginat	Coklat minuman, minuman hasil olahan susu beraroma	0 - 25	secukupnya
	Adonan es krim		5 000
	Sayur kalengan mengandung men- tega atau minyak/ lemak		10 000
	Sirup		2 500
	minuman ringan		500
	Asinan timun dan makanan lain		Secukupnya

- *) Konsumsi harian yang aman (FAO/WHO, 1974)
 **) Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 23/Menkes/VI/79

DAFTAR PUSTAKA

- Bramayadi. 1986. Stabilisasi Minuman Yogurt Dengan Homogenisasi dan Penambahan CMC dan Tween 40. Makalah Khusus. Fak. Tek. Pertanian, IPB, Bogor.
- Boa, J.M. dan ANH Le Duy. 1984. Peat hydrolyzate medium optimization for pullulan kinetics. Biotech. Bioeng. 30(9) : 463
- Brierley, C.L., D.P. Kelly, K.J. Seal, dan D.J. Best. 1985. Materials and Biotechnology. Di dalam Higgins, I.J., D.J. Best, dan J. Jones (eds). Biotechnology-Principles and Applications. Balckwell Scientific Publication, Oxford.

- Bulmer, M.a., B.J. Catley, dan P.J. Kelly. 1987. The effects of ammonium ions and pH on the elaboration of the fungal extracellular polysaccharide, pullulan, by *Aureobasidium pullulans*. Appl. Microbiol. Biotech. 25(4) : 362.
- Catley, B.J. dan W.J. Whelan. 1971. observation on the structure of pullulan. Arch. Biochem. Biophys. 143: 138.
- Departemen Kesehatan RI. 1979. Peraturan Menteri Kesehatan RI Tentang Bahan Tambahan Makanan. Dep. Kes. RI, Jakarta.
- FAO/WHO. 1974. Toxicological Evaluation of Certain Food Additives With a Riview of General Principles and of Spesification. FAO, Roma.
- Glicksman, M. 1969. Gum Technology in Food Industry. Academic Press, New York.
- Glicksman, M. 1979. Gelling Hydrocoloids in Food Product Application. Di dalam J.M.V. Blansharo dan J.R. Mitchell (eds.). Polysaccharides in Food, p.185. Fakenham Press, Fakenham.
- Glicksman, M. 1982. Functional Properties of Hydrocolloids. Di dalam M. Clicksman (ed.). Food Hydrocolloids, Vol. 1, p.47. CRC Press, Ohio.
- Klose, R.E. dan M. Glicksman. 1972. Gums. Di dalam T.E. Furia (ed.). Handbook of Food Additives, Vol. 1, p.295. CRC Priss, Ohio.
- Marshall, J.J. 1980. Mecanism of Saccharides Polymerization/Depolymerization. Academic Press, London.
- Sandford, P.A. 1979b. Exocellular, microbial polysaccharides. Di dalam Tipson, R.S. dan Derek (eds.). Adv. in Carbo. Chem. Biochem. 36. Academic Press, London.
- Shipman, R.H. dan L.T. Fan. 1978. Bio-plastics and SCP from starch and aricultural wastes. Process Biochem. 13(3) : 19.
- Sutherland, I.W. 1979. Microbial exopolysaccharides : control of syntesis and acylation. Di dalam Berkeley, R.C.W., G.W. Gooday, dan D.C. Ellwood (eds.). Microbial Polysaccharides and Polysaccharases. Academic Press, London.

Taguchi, R., Y. Kikuchi, Y. Sakano, dan T. Kobayashi. 1973. Structural uniformity of pullulan produced by several strains of *Pullularia pullulans*. *Agr. Biol. Chem.* 37(7) : 1583.

Whistler, R.L. dan J.R. Daniel. 1985. *Carbhydrates*. Di dalam O.R. Fennema (ed.). *Food Chemistry*, p.69. Mercei Dekker Inc, New York