

MODIFIKASI ALGINAT DAN PEMANFAATAN PRODUKNYA

Subaryono^{*)}

ABSTRAK

Alginat merupakan hidrokoloid alami dari rumput laut coklat yang banyak digunakan pada berbagai industri, baik industri pangan maupun non pangan. Alginat alami memiliki berbagai kelemahan sehingga penggunaannya dalam industri menjadi terbatas. Beberapa kelemahan alginat alami berhasil diatasi dengan memodifikasi alginat, baik dengan memodifikasi strukturnya maupun interaksinya dengan bahan lain. Sifat kelarutan alginat dan stabilitasnya yang rendah terhadap asam berhasil diatasi dengan proses esterifikasi propilen glikol menghasilkan propilen glikol alginat (PGA). Sineresis gel alginat yang tinggi berhasil diatasi dengan hidrolisis sebagian yang menghasilkan polimer alginat berantai pendek, mengintroduksi rantai pendek poliguluronat serta dengan interaksi alginat dan bahan lain seperti *locust bean gum* (LBG). Sifat hidrofilik alginat dapat diubah menjadi amfifilik dengan substitusi rantai alkil panjang. Kemampuan alginat dalam memacu pertumbuhan bakteri probiotik dapat dilakukan dengan hidrolisis alginat secara enzimatik dengan alginat lyase menghasilkan alginat oligosakarida (AOS). Modifikasi alginat telah membuka peluang yang lebih besar bagi pemanfaatan alginat dan produk turunannya baik dalam bidang pangan dan non pangan.

ABSTRACT: *Alginates modification and the prospective uses of their products.*
By: Subaryono

Alginate is a natural hydrocolloid that is used in food and non food industries. The weakness of native alginate cause the limited uses of this material in industry. Some weaknesses of native alginate had been successfully overcome either by the modification of alginate structure or interaction of alginate with another substances. The low solubility of alginate and its low stability against acid had been successfully resolved with esterification of alginate backbone with propylene glycol, producing propylene glycol alginate (PGA). The high syneresis of alginate gel had been successfully overcome with partial hydrolysis, producing short chain alginate, introduce short chain polyguluronate and interact alginate with other substances such as locust bean gum (LBG). Alginate hydrophilic properties could be changed into amphiphilic by long alkyl chain substitution towards part of the polysaccharides group. The ability of alginate to promote the growth of probiotic bacteria could be done by enzymatic hydrolysis of alginate using alginate lyase producing alginate oligosaccharides (AOS). The modification of alginate had opened the big opportunity for the uses of alginate and its derivatives, both in food and non food sectors.

KEYWORDS: *modified alginate, propylene glycol alginate, amphiphilic alginate, alginate oligosaccharides*

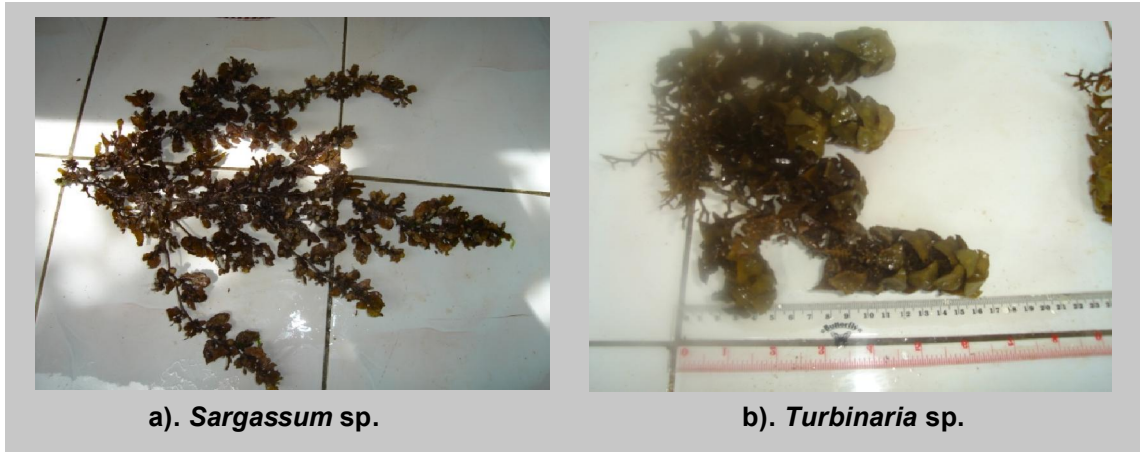
PENDAHULUAN

Alginat merupakan salah satu jenis hidrokoloid, yaitu suatu sistem koloid oleh polimer organik di dalam air (Hoefler, 2004). Alginat dapat diekstraksi dari rumput laut coklat seperti *Sargassum* sp. dan *Turbinaria* sp. (Gambar 1) yang potensinya di Indonesia cukup besar, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal. Alginat telah lama dimanfaatkan, baik dalam bidang pangan maupun non pangan. Dalam bidang pangan, alginat banyak digunakan sebagai penstabil emulsi pada es krim, pensuspensi pada susu coklat, pengatur viskositas pada yoghurt, dan lain-lain. Dalam bidang non pangan, alginat banyak digunakan sebagai pengental pada *textile printing*,

pengatur keseragaman dan kehalusan permukaan kertas, pengontrol penetrasi dan stabilitas lem yang terbuat dari pati maupun latex, dan pengatur pelepasan lambat bahan kimia pada pupuk dan obat-obatan (Mc. Hugh, 2008).

Sifat fungsional alginat alami sering mempunyai kelemahan seperti kelarutan yang rendah, stabilitas larutan yang tidak stabil, pembentukan gel yang tidak diinginkan pada produk-produk yang viskous, viskositas rendah serta kekurangan lainnya yang menyebabkan keterbatasan dalam penggunaannya (Draget *et al.*, 1991; Anon., 2008). Alginat merupakan polimer yang tersusun oleh asam manuronat dan guluronat dengan proporsi yang berbeda-beda

^{*)} Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, KKP;
Email: yono_ipn@yahoo.co.id



Gambar 1. Rumput laut penghasil alginat utama di perairan Indonesia.

tergantung jenis rumput laut yang digunakan sebagai bahan baku, umur, maupun lokasi rumput laut tumbuh (Draget *et al.*, 2005). Beberapa kelemahan seperti kelarutan yang rendah, stabilitas larutan yang tidak stabil serta sineresis yang tinggi berkaitan dengan keberadaan senyawa guluronat dalam struktur kimianya yang mudah berikatan dengan ion bervalensi dua atau lebih (Draget *et al.*, 2005). Salah satu upaya untuk mengatasi kelemahan alginat alami adalah dengan melakukan modifikasi baik melalui modifikasi struktur maupun dengan memanfaatkan interaksi antara alginat dengan bahan lain yang dapat memperbaiki kelemahan tersebut sehingga meningkatkan peluang penggunaannya.

Dalam makalah ini akan diuraikan berbagai cara modifikasi alginat yang telah berhasil dilakukan baik dengan memodifikasi strukturnya maupun dengan memanfaatkan interaksinya dengan bahan lain untuk memperbaiki berbagai kelemahan yang ada serta peluang pemanfaatannya pada berbagai jenis produk.

**ALGINAT :
STRUKTUR, SIFAT, DAN PEMANFAATANNYA**

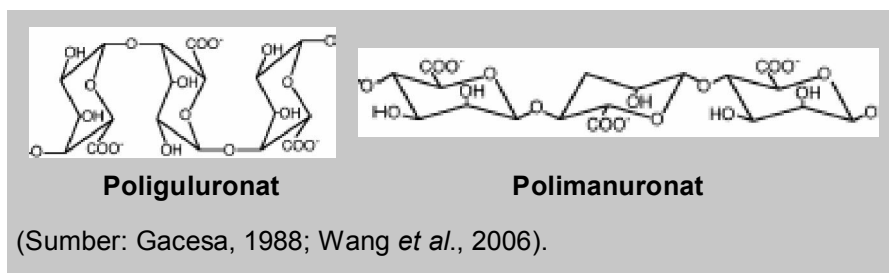
Struktur Kimia Alginat

Secara kimia, alginat merupakan polisakarida yang tersusun oleh dua jenis asam uronat. Unit monomer

alginat terdiri dari asam guluronat (G) dan manuronat (M) yang tersusun dalam tiga jenis pengelompokan yaitu kelompok yang terdiri dari residu manuronat dan guluronat yang berselang-seling (MGMG-MGM.....), kelompok asam guluronat (GGGGG...) dan kelompok asam manuronat (MMM-MMM.....) seperti pada Gambar 2. Menurut Ramsden (2004), asam manuronat dan guluronat dalam rantai alginat bisa ditemukan berselang-seling, tetapi umumnya membentuk struktur kelompok kopolimer dengan kelompok yang hanya mengandung asam guluronat dan kelompok lain mengandung asam manuronat. Pada rantai ujung biasanya tersusun oleh bidang manuronat atau guluronat murni dengan beberapa kelompok yang bercampur.

Sifat Alginat

Berat molekul alginat adalah 32–200 kDa, berhubungan erat dengan derajat polimerisasi 180–930. Nilai pK gugus karboksil adalah 3,4–4,4. Alginat bersifat larut air dalam bentuk garam alkali, magnesium, amonia atau amin (Belitz & Grosch, 2004). Alginat tidak larut air dalam bentuk garam kalsium alginat atau asam alginat (Winarno, 1990 *dalam* Syahrul, 2005). Viskositas larutan alginat dipengaruhi oleh berat molekul dan keberadaan ion dalam larutan. Pada kondisi larutan tanpa kation bervalensi dua atau



Gambar 2. Struktur poliguluronat dan polimanuronat pada alginat.

tiga atau dengan adanya bahan pengkelat, viskositas larutan alginat rendah. Sebaliknya, dengan peningkatan kation multivalen (misalnya kalsium) terjadi peningkatan viskositas yang bersifat paralel. Oleh karena itu, viskositas larutan alginat dapat diatur sesuai keinginan. Proses *freezing* dan *thawing* larutan Na-alginat yang mengandung ion Ca^{2+} dapat menghasilkan peningkatan viskositas (Belitz & Grosch, 2004).

Pemanfaatan Alginat

Pemanfaatan alginat didasarkan pada tiga sifat utamanya yaitu yang pertama kemampuannya dalam menaikkan viskositas larutan apabila alginat dilarutkan dalam air. Kedua adalah kemampuan alginat untuk membentuk gel, gel akan terbentuk jika pada larutan natrium alginat ditambahkan garam Ca. Gel terbentuk karena adanya reaksi kimia, pada proses tersebut Ca akan menggantikan posisi natrium dari alginat dan mengikat molekul alginat yang panjang. Proses ini tidak memerlukan panas dan gel yang terbentuk tidak akan meleleh jika dipanaskan. Berbeda dengan gel agar yang memerlukan pemanasan untuk pembentukan gelnya, sehingga air harus dipanaskan sampai suhu 80°C untuk membentuk *swelling*/gelatinisasi agar dan gel terbentuk pada suhu di bawah 40°C. Sifat ketiga dari alginat adalah kemampuannya untuk membentuk film dari natrium atau kalsium alginat dan *fiber* dari kalsium alginat (Anon., 2007).

Alginat paling banyak digunakan dalam industri tekstil yaitu sekitar 50%, industri pangan 30%, industri kertas 6%, *welding rods* 5%, farmasi 5%, dan lain-lainnya 4% (Mc. Hugh, 2008). Pada industri tekstil, alginat digunakan sebagai pengental pada *textile printing*. Dengan penambahan alginat maka kekentalan bahan pewarna akan lebih baik sehingga menghasilkan kualitas *textile printing* yang lebih baik yaitu warna yang tajam dan bentuk gambar atau garis yang lebih halus.

Pada industri pangan, alginat digunakan sebagai pengental, pembentuk gel, *stabilizer*, pembentuk bodi, bahan pengemulsi dan pensuspensi. Sebagai pengental dan pengemulsi, alginat digunakan dalam pembuatan susu kental manis serta *topping* untuk es krim. Dalam produk es krim, alginat digunakan sebagai *stabilizer* menggantikan pati dan karaginan. Di samping mencegah es krim agar tidak mudah meleleh, natrium alginat juga tidak membentuk kristal es dan membuat produk menjadi lebih lembut dan enak. Alginat juga dapat diaplikasikan untuk minuman campuran seperti es loli, es jus buah, dan sebagainya. Jika alginat ditambahkan pada produk keju, produk tersebut tidak akan lengket dengan pembungkusnya. Lebih lanjut natrium alginat dapat menjaga produk

tetap baik selama proses penyimpanan dan distribusi pemasaran (Velez *et al.*, 2003; Draget *et al.*, 2005; Anon., 2007). Alginat juga digunakan dalam produk jeli untuk pencuci mulut. Jeli dibuat dari campuran alginat-kalsium dan sering disebut sebagai jeli instan karena pembuatannya yang mudah dan sederhana yaitu hanya dengan mencampurkan serbuk jeli dengan air atau susu tanpa pemanasan (Anon., 2007). Selain itu alginat digunakan dalam menstabilkan emulsi seperti pada minuman emulsi (Paraskevopoulou *et al.*, 2005). Alginat juga banyak digunakan sebagai bahan pada proses imobilisasi enzim atau sel serta pembentukan bahan *biocompatible* (Jork *et al.*, 2000; Pelletier *et al.*, 2000; Eroglu *et al.*, 2006; Yabur *et al.*, 2007).

Penggunaan lain alginat adalah pada produk makanan yang direstrukturasasi atau dibentuk kembali. Contoh produk restrukturasasi adalah daging yang dibuat dengan cara menyatukan serpihan daging dan dibentuk kembali menjadi seperti potongan daging dengan pengikat atau *binder* berupa serbuk natrium alginat, kalsium karbonat, asam laktat, dan kalsium laktat. Produk yang dihasilkan dapat berupa *nugget*, *roast meat loaf*, dan *steak*. Ketika alginat dicampur dengan daging, alginat tersebut akan membentuk gel dan mengikat serpihan-serpihan daging tersebut menjadi satu. Dalam produk ini, alginat yang ditambahkan biasanya lebih dari 1%. Prinsip yang sama dapat diterapkan untuk pembuatan daging udang sintesis dengan menggunakan alginat, protein seperti konsentrat protein kedelai dan *flavor*. Untuk pembuatan produk restrukturasasi *fillet* ikan digunakan daging ikan cincang dan gel kalsium alginat (Anon., 2007).

BERBAGAI KELEMAHAN ALGINAT DAN KETERBATASAN DALAM PENGGUNAANNYA

Salah satu contoh kelemahan alginat yang menyebabkan terbatasnya penggunaan bahan tersebut adalah sifatnya yang mudah mengendap, khususnya alginat yang mempunyai kandungan poligluronat tinggi serta berada pada media asam. Alginat umumnya mengendap pada pH di bawah 4. Hal tersebut menyebabkan keterbatasan penggunaannya sehingga tidak dapat digunakan sebagai penstabil emulsi pada produk-produk yang ber-pH rendah seperti *salad dressing*, *yoghurt*, atau penjernihan pada bir (Anon., 2008).

Contoh lain kelemahan alginat adalah sineresis atau keluarnya air dari gel selama penyimpanan yang cukup tinggi sehingga menurunkan mutu gel yang dihasilkan. Produk gel yang dikehendaki adalah gel yang stabil dan nilai sineresisnya rendah sehingga gel tetap utuh selama penyimpanan (Draget *et al.*,

2001; Subaryono, 2009). Kemampuan alginat alami dalam menyerap air juga terbatas sesuai sifat aslinya sehingga pemanfaatan sebagai bahan untuk membuat serat filamen *super absorbent* juga terbatas. Dengan modifikasi beberapa kelemahan tersebut dapat diatasi (Kim *et al.*, 2000).

Alginat alami juga mempunyai keterbatasan dalam hal sifatnya yang hidrofilik dan sulit untuk berasosiasi dengan material yang bersifat hidrofobik, sehingga kemampuannya sebagai bahan pengatur pelepasan lambat terhadap obat-obatan menjadi terbatas pada bahan-bahan yang bersifat larut dalam air saja dan tidak dapat dilakukan pada bahan obat yang tidak larut air (Broderick *et al.*, 2006).

Pemanfaatan alginat sebagai bahan prebiotik yang merupakan substrat bagi mikroba untuk menghasilkan asam lemak rantai pendek juga tidak mudah dilakukan karena polimernya yang panjang, sehingga kurang sesuai bagi bakteri probiotik seperti bifidobakteria dan laktobasilus. Prebiotik merupakan kelompok oligosakarida seperti rafinosa, stakhios, frukto-oligosakarida, inulin, dan beberapa peptide protein yang tidak mudah dicerna sehingga mampu mencapai usus halus. Prebiotik merupakan nutrisi yang cocok bagi pertumbuhan bakteri probiotik sehingga mampu meningkatkan populasi bakteri baik dan menekan pertumbuhan bakteri jahat dalam usus (Akiyama & Endo, 1992; Wang *et al.*, 2006).

MODIFIKASI ALGINAT DAN PEMANFAATAN PRODUKNYA

Esterifikasi dengan Propilen Glikol

Esterifikasi alginat dengan propilen glikol telah lama dilakukan untuk menghasilkan produk propilen glikol alginat (PGA). Propilen glikol alginat merupakan salah satu contoh produk modifikasi alginat yang paling sukses dilakukan dan berkembang secara komersial (Anon., 2008). Propilen glikol alginat adalah ester dari asam alginat dimana beberapa gugus karboksil diesterifikasi dengan gugus propilen glikol,

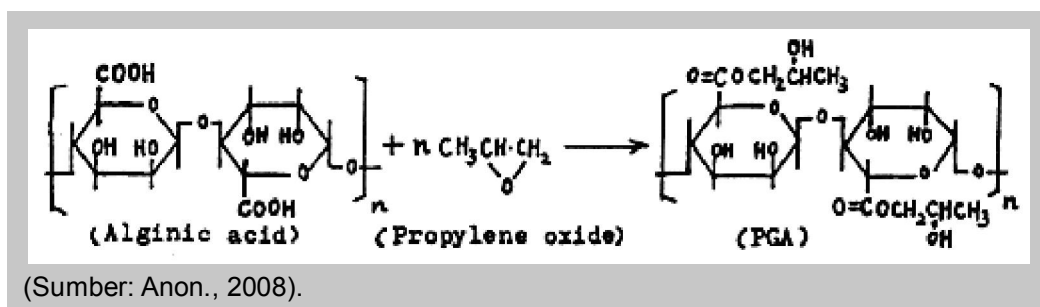
beberapa dinetralkan dengan alkali dan beberapa lainnya dibiarkan tetap bebas (Gambar 3). Penggantian ini akan menyebabkan kelarutan alginat yang awalnya sangat dipengaruhi oleh keberadaan ion Ca^{2+} dan asam menjadi tidak terlalu terpengaruh sehingga kestabilannya menjadi lebih baik. Keberadaan gugus karboksil dalam larutan alginat akan menyebabkan terjadinya interaksi antara gugus satu dengan lainnya dengan ikatan hidrogen yang menghasilkan terbentuknya gel atau pengendapan. Esterifikasi gugus karboksil ini dengan propilen glikol mengakibatkan interaksi yang terjadi menurun, sehingga kelarutan alginat menjadi semakin baik.

Propilen glikol alginat merupakan turunan organik dari alginat yang mulai dikembangkan pada tahun 1949 dengan proses esterifikasi terhadap alginat yang diekstrak dari rumput laut (Anon., 2009). Proses esterifikasi ini telah mengubah berbagai sifat fungsional alginat alaminya.

Produk hasil esterifikasi ini memiliki kelebihan dibanding alginat alaminya dalam hal kelarutan dan stabilitas larutan terhadap asam. Alginat hanya stabil pada larutan dengan pH 5,5–10, tetapi akan membentuk gel pada pH di bawah 5,5. Dengan adanya ion Ca dalam larutan, alginat akan semakin tidak stabil dan mudah membentuk gel. Larutan PGA relatif lebih stabil dan mampu bertahan sampai pH 3 atau 4 (Anon., 2008). PGA ini telah banyak diaplikasikan dan meningkatkan penggunaan alginat pada berbagai produk yang sebelumnya tidak dapat dilakukan karena tingkat keasamannya yang tinggi seperti pada jus, *salad dressing*, *essence* yang teremulsi, bir, *yoghurt*, minuman yang mengandung *lactobacillus*, kosmetik, mie instan, bumbu dapur, saus kedelai, dan lain-lain (Anon., 2009).

Hidrolisis sebagian Polimer Alginat

Sineresis adalah karakteristik makroskopik gel yang ditandai dengan proses pengkerutan gel yang berjalan lambat dan terjadi seiring berjalannya waktu, yang ditandai dengan keluarnya air dari gel tersebut



Gambar 3. Reaksi pembentukan dan struktur kimia propilen glikol alginat.

(Draget *et al.*, 2001). Umumnya produk gel seperti puding, jeli, dan produk gel lainnya tidak menghendaki adanya sineresis yang tinggi pada produknya karena akan menyebabkan gel yang terbentuk menjadi mengkerut atau kering. Pada gel alginat, tingginya sineresis dikaitkan dengan tingginya blok guluronat dalam rantai alginat serta tingginya konsentrasi kation sebagai pembentuk ikatan silangnya (Draget *et al.*, 2001). Pada gel alginat yang kaya akan guluronat, peningkatan Ca^{2+} dari 10 menjadi 30 mM akan meningkatkan sineresis dari 0 menjadi 20%.

Modifikasi yang dilakukan untuk menurunkan sineresis pada gel alginat dapat dilakukan dengan menghidrolisis sebagian polimer alginat untuk menghasilkan polimer dengan berat molekul rendah (Marrs & Titoria, 2004). Hidrolisis dapat dilakukan dengan bantuan asam maupun panas sampai terjadi pemutusan rantai polimer alginat. Konsentrasi asam, jumlah panas maupun waktu hidrolisis diatur sedemikian rupa untuk menghasilkan alginat dengan berat molekul tertentu. Penurunan berat molekul menyebabkan kemampuannya dalam menghasilkan ikatan silang dan membentuk matriks untuk mengimobilisasi sistem menjadi lebih rendah. Dengan penurunan kemampuan pembentukan ikatan silang, maka sineresis yang terjadi akibat adanya proses peningkatan kekuatan ikatan silang selama penyimpanan dapat ditekan. Pengaturan berat molekul alginat dengan hidrolisis sebagian telah berhasil memperbaiki sifat tekstur gel alginat seperti tekstur yang tidak terlalu elastis, pembentukan gel yang tidak terlalu cepat dan penurunan nilai sineresis (Marrs & Titoria, 2004).

Penurunan sineresis juga dapat dilakukan dengan mengintroduksi rantai pendek blok guluronat alginat ke dalam gel alginat yang dihasilkan dari alginat polimer panjang (Draget *et al.*, 2001). Teknik lain untuk menurunkan sineresis gel alginat dapat dilakukan dengan memanfaatkan sifat interaksi alginat dengan bahan lain seperti *locust bean gum* (LBG). Penambahan LBG terhadap alginat sebanyak 50% mampu menurunkan sineresis gel alginat *Turbinaria* sp. dari 10,32% menjadi 6,21%, dan penambahan yang sama mampu menurunkan sineresis gel alginat *Sargassum* sp. dari 7,87% menjadi 5,64% (Subaryono, 2009). Penurunan sineresis gel alginat ini memperbesar peluang pemanfaatan alginat sebagai bahan pembentuk gel yang bersifat instan (tidak memerlukan pemanasan) dan dapat mensubstitusi penggunaan gel agar maupun karaginan. Kelemahan gel alginat yang mempunyai sifat sineresis tinggi dapat teratasi dan gel yang dihasilkan sesuai untuk produk puding dan *dessert* lainnya.

Substitusi sebagian Gugus Polisakarida dengan Alkil Rantai Panjang

Turunan alginat yang mempunyai sifat ampifilik (dapat berasosiasi dengan bahan hidrofilik maupun hidrofobik) dapat dihasilkan melalui proses esterifikasi alginat alami dengan butanol dalam kondisi lingkungan kaya asam sulfat sebagai katalis (Broderick *et al.*, 2006). Produk yang dihasilkan tetap memiliki kemampuan yang baik sebagai pembentuk gel dan memerangkap obat-obatan baik yang sifatnya larut air maupun tidak larut air.

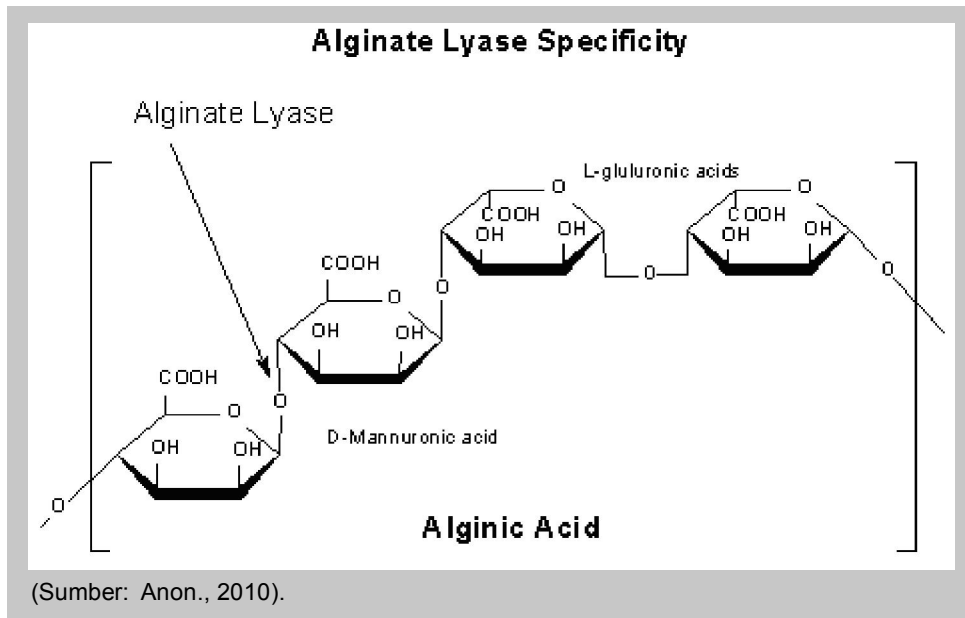
Turunan alginat yang bersifat ampifilik juga dapat dihasilkan melalui substitusi sebagian gugus polisakarida dengan rantai alkil panjang (C_{12} atau C_{18}). Reaksi dilakukan dengan menambahkan gugus alkil dari alkil halida (*dodecyl* atau *octadecyl bromide*) pada medium yang homogen mengandung *dimethylsulfoxide* (DMSO). Rantai alkil panjang akan terikat pada rantai utama polisakarida melalui esterifikasi (Pelletier *et al.*, 2000). Produk yang dihasilkan menunjukkan bahwa dengan penambahan gugus C_{18} menghasilkan turunan alginat yang lebih bersifat hidrofobik dibandingkan dengan C_{12} .

Keberhasilan pembuatan turunan alginat yang bersifat ampifilik memungkinkan pemanfaatan alginat sebagai pemerangkap dan pengatur pelepasan lambat obat-obatan semakin terbuka lebar. Dengan modifikasi ini tidak hanya obat-obatan yang larut air yang dapat diatur pelepasannya dengan alginat melainkan juga terhadap obat-obatan yang bersifat tidak larut air.

Depolimerisasi Alginat

Alginat oligosakarida (AOS) adalah turunan alginat yang memiliki rantai pendek yang dapat dihasilkan dari proses depolimerisasi alginat baik secara kimia maupun enzimatik. Alginat oligosakarida dapat dihasilkan secara enzimatik dengan menggunakan enzim alginat lyase yang dapat memotong polimer alginat dengan mekanisme eliminasi-b yaitu dengan pembentukan 4-deoksi-l-erithro-hex-ene-pirosiluronat (Gacesa, 1992; Sutherland, 1995). Pemotongan alginat dengan enzim alginat lyase dapat dilihat pada Gambar 4.

Akiyama & Endo (1992) melaporkan bahwa pertumbuhan bakteri probiotik bifidobakteria dalam susu skim dipercepat dengan keberadaan alginat oligosakarida yang dihasilkan oleh enzim lyase. Wang *et al.* (2006) melaporkan bahwa pertumbuhan bakteri *Bifidobacterium bifidum* ATCC 29521 dan *Bifidobacterium longum* SMU 27001 dalam media yang diperkaya alginat oligosakarida (AOS) lebih tinggi dibandingkan pada media yang diperkaya dengan prebiotik komersial frukto oligosakarida (FOS).



Gambar 4. Pemotongan alginat dengan enzim alginat lyase.

Keberhasilan dalam memproduksi turunan alginat rantai pendek atau alginat oligosakarida (AOS) berpotensi dalam menciptakan bahan prebiotik dari alginat. Produk ini dapat mensubstitusi frukto oligosakarida (FOS) yang telah dipasarkan secara komersial dan banyak digunakan pada produk susu anak-anak. Penggunaan AOS dalam susu anak-anak juga mulai berkembang.

POTENSI PEMANFAATAN ALGINAT DAN PRODUK TURUNANNYA DI INDONESIA

Sampai saat ini produksi rumput laut coklat penghasil alginat masih diekspor dalam bentuk kering dan belum diolah menjadi produk jadi di dalam negeri. Sementara itu, untuk memenuhi kebutuhan produk jadi alginat dan turunannya kita masih menggantungkan produk impor dari negara lain. Hal ini tentunya menyebabkan nilai tambah rumput laut tersebut masih rendah. Pada masa yang akan datang, potensi yang tinggi dari rumput laut coklat penghasil alginat tersebut harus dapat dimanfaatkan secara optimal sehingga nilai tambah yang diperoleh di dalam negeri menjadi tinggi.

Pengolahan rumput laut coklat menjadi alginat dan produk turunannya yang berupa alginat termodifikasi seperti PGA, *amphiphilic alginate*, dan AOS selain berpotensi meningkatkan nilai tambah rumput laut juga membuka lapangan pekerjaan baru. Produksi alginat dan produk turunannya tersebut di dalam negeri juga sangat penting dalam mengatasi ketergantungan impor kita terhadap produk jadi olahan rumput laut yang selama ini masih tinggi. Selain itu produk

tersebut juga mempunyai peluang pasar dunia yang cukup menjanjikan sehingga berpotensi menjadi komoditas ekspor yang penting. Pasar alginat dunia diperkirakan 20.000–24.000 ton per tahun (Mc. Hugh, 2008). Tingginya potensi produksi rumput laut coklat penghasil alginat serta potensi pemanfaatan produk jadi dan turunannya seharusnya dapat digunakan secara maksimal untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia khususnya masyarakat nelayan dan industri pengolah rumput laut maupun produk turunannya.

PENUTUP

Modifikasi alginat telah menghasilkan produk yang memiliki sifat fungsional lebih baik sehingga beberapa kelemahan yang ada dapat diatasi dan potensi pemanfaatan alginat beserta produk turunannya dalam bidang pangan dan non pangan semakin besar. Beberapa kelemahan alginat alami telah berhasil diatasi dengan modifikasi alginat, baik dengan memodifikasi strukturnya maupun interaksinya dengan bahan lain.

Sifat kelarutan alginat yang rendah dan stabilitasnya terhadap asam berhasil diatasi dengan proses esterifikasi propilen glikol menghasilkan propilen glikol alginat. Sineresis gel alginat yang tinggi berhasil diatasi dengan hidrolisis sebagian yang menghasilkan polimer alginat berantai pendek, mengintroduksi poliguluronat rantai pendek serta dengan interaksi alginat dan bahan lain seperti *locust bean gum* (LBG). Sifat hidrofilik alginat dapat diubah menjadi ampifilik dengan substitusi rantai alkil

panjang. Kemampuan alginat dalam memacu pertumbuhan bakteri probiotik dapat dilakukan dengan mendepolimerisasi alginat menggunakan alginat lyase yang menghasilkan alginat oligosakarida (AOS). Modifikasi alginat telah berhasil meningkatkan pemanfaatan alginat pada produk-produk yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan sehingga memperluas penggunaan alginat dalam bidang industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Akiyama, H. and Endo, T. 1992. Effect of depolymerized alginates on the growth of bifidobacteria. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 56: 355–356.
- Anonymous. 2007. Algin, a brown seaweed polysaccharide in training manual on gracilaria culture and seaweed processing in China. FAO corporate document repository. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB730E/AB730E00>. Accessed on November 27, 2007.
- Anonymous. 2008. Training manual on gracilaria culture and seaweed processing in china. FAO Corporate Document Repository. www.fao.org/docrep/field/003/AB730E/AB730E00. Accessed on November 23, 2008.
- Anonymous. 2009. Propylene glycol alginate. <http://www.aisonschem.com/prpylee%20glycol%20alginate>. Accessed on Januari 20, 2009.
- Anonymous. 2010. Alginate lyase and alginic acid. <http://www.sigmaaldrich.com/life-science/metabolomics/enzyme-explorer/learning-center/carbohydrate-analysis>. Accessed on Mei 3, 2010.
- Belitz, H.D. and Grosch, W. 2004. *Food Chemistry*. Second Edition. Springer. p. 284–286.
- Broderick, E., Lyons, H., Pembroke, T., Bryne, H., Murray, B., and Hall, M. 2006. The characterization of a novel covalently modified amphiphilic alginate derivative, which retains gelling and non-toxic properties. *Journal of Colloid and Interface Science* 298: 154–161.
- Draget, K.I., Østgaard, K., and Smidsrød, O. 1991. Homogenous alginate gels: A technical approach. *Carbohydrate Polymers* 14: 159–178.
- Draget, K.I., Gaserod, O., Aune, I., Andersen, P.O., Storbakken, B., Stokke, B.T., and Smidsod, O. 2001. Effect of molecular weight and elastic segment flexibility on syneresis in Ca-alginate gels. *Food Hydrocolloids* 15: 485–490.
- Draget, K.I., Smidsrød, O., and Skjåk-Braek, G. 2005. *Alginate from Algae In Polysaccharides and Polyamides in The Food Industry*. Steinbüchel, A. and Rhee, S.K. (Eds.). Wiley-VCH Verlag GmbH & co.
- Eroğlu, M., Kursaklıoğlu, H., Misirli, Y., Iyisoy, A., Acar, A., Doğan, A.I., and Denkbas, E.B. 2006. Chitosan-Alginate coated mikrosphere for embolization and/or chemoembolization: in vivo studies. *Journal of Microencapsulation*. 23(4): 367–376.
- Gacesa. 1988. Alginates. *Carbohydrate Polymer* 8: 161–182.
- Gacesa, P. 1992. Enzymic degradation of alginates. *International Journal of Biochemistry* 24: 545–52.
- Hoefler, A.C. 2004. *Hydrocolloids*. Eagan Press st. Pane. Minnesota. USA 111 pp.
- Jork, A., Thurmer, F., Cramer, H., Zimmermann, G., Gessner, P., Hamel, K., Hofmann, G., Kuttler, B., Hahn, H.J., Josimovic Alasevic, O., Fritsch, K.G., and Zimmermann, U. 2000. Biocompatible alginate from freshly collected *Laminaria pallida* for implantation. *Applied Microbiology and Biotechnology* 53: 224–229.
- Kim, Y.J., Jong, Y.K., and Won, K.S. 2000. Preparation and properties of alginate superabsorbent filament fibers crosslinked with glutaraldehyde. *Journal of Applied Polymer Science*. 78 (10): 1797–1804.
- Marrs, W.M. and Titoria, P. 2004. Third generation gels *In Gums and Stabilisers for the Food Industry* 12. Edited by P. A. Williams and G. O. Philips. The Royal Society of Chemistry, UK. p.189–200.
- Mc. Hugh, D.J. 2008. Production, properties and uses of alginates in production and utilization of products from commercial seaweeds. FAO Corporate Document Repository. <http://www.fao.org/docrep/006/y4765e08.htm>. 45 pp. Diakses pada tanggal 15 Januari 2008.
- Paraskevopoulou, A., Boskou, D., and Kiosseoglou, V. 2005. Stabilization of olive oil-lemon juice emulsion with polysaccharides. *Food Chemistry* 90: 627–635.
- Pelletier, S., Hubert, P., Lapickue, F., Payan, E., and Dellacherie, E. 2000. Amphiphilic derivatives of sodium alginate and hyaluronates: synthesis and physico-chemical properties of aqueous dilute solution. *Carbohydrate Polymer* 43: 343–349.
- Ramsden, I. 2004. *Plant and Algal Gums and Mucilages in Chemical and Functional Properties of Food Saccharides*. CRS Press LLC: 247–248.
- Subaryono. 2009. *Karakteristik Pembentukan Gel Alginat dari Rumput Laut Sargassum sp. dan Turbinaria sp.* Tesis. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor p. 65–66.
- Sutherland, I.W. 1995. Polysaccharide lyases. *FEMS Microbiol Rev* 16: 323–47.
- Syaharul. 2005. *Penggunaan Fikokoloid Hasil Ekstraksi Rumput Laut sebagai Substitusi Gelatin pada Es Krim*. Tesis. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor 4–31.
- Velez, G., Fernandez, M. A., and Munoz, J. 2003. Role of hydrocolloids in the creaming of oil in water emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 265–269.
- Wang, Y., Feng, H., Bin, H., Jingbao, L., and Wengong, Y. 2006. In vivo prebiotic properties of alginate oligosaccharides prepared through enzymatic Hydrolysis of alginate. *Nutrition Research* 26: 597–603.
- Yabur, R., Bashan, Y., and Carmona, G.H. 2007. Alginate from *Sargassum sinicola* as a novel source for microbial immobilization material in wastewater treatment and plant growth promotion. *J. Appl. Phycol.* 19: 43–53.