

KITOSAN DAN POTENSINYA SEBAGAI BAHAN KEMASAN LAYAK-SANTAP

oleh:

Triyanto Hadisoemarto*

Chitosan and Its Potential for Edible Packaging Material

Abstract

Chitosan, which has a broad range of industrial application, is formed through partial deacetylation process of chitin molecule, non toxic, and has been shown to have antimicrobial properties on its own. Basically, chitosan films have a slightly yellow appearance, highly transparent, tough, flexible and very difficult to tear. When submerged in pure water, the films become rubbery but remain strong. Chitosan has a potential prospect for edible packaging material, especially due to its high oxygen barrier and antimicrobial properties, meanwhile its derivative, N,O-carboxymethyl chitosan which is soluble in water and can be made into a semi permeable film, has already a wide variety of agricultural applications.

Intisari

Kitosan, dengan rentang aplikasi industri yang luas, terbentuk melalui proses deasetilasi parsial dari molekul kitin, tidak beracun dan terbukti memiliki sifat alami anti-kuman. Pada dasarnya, film kitosan berwarna agak kuning, sangat transparan, liat, fleksibel dan sulit untuk disobek. Apabila direndam di dalam air, film menjadi lentur seperti karet tetapi tetap kuat. Kitosan memiliki prospek potensial sebagai bahan kemasan layak-santap, khususnya karena sifat kedapnya yang tinggi terhadap oksigen dan bersifat anti-kuman, sementara derivatnya N,O-karboksimetil kitosan yang bersifat larut dalam air dan dapat dibuat film semi permeabel, telah banyak digunakan dalam bidang pertanian.

PENDAHULUAN

Kitin, polisakarida kationik yang merupakan polimer tak bercabang terdiri atas gugus berulang dari ikatan β -(1 \rightarrow 4)-2-asetamida-2-deoksi-D-glukosa, biasa disebut juga sebagai gugus N-asetil-D-glukosamina, secara alami berbentuk kristalin, memiliki struktur kimia mendekati struktur kimia selulosa (2,18), dan terdapat sangat melimpah di alam ini dengan posisi ketersediaan menempati urutan kedua sesudah selulosa (8,18).

Kitin dapat dianggap sebagai derivat selulosa, dimana gugus hidroksil C-2 diganti dengan residu asetamida, bersifat tidak larut dalam air, asam encer, alkali, *alkohol, serta bahan pelarut organik lainnya*, namun larut dalam larutan pekat

**Ahli Peneliti Madya*

Balai Besar Kimia dan Kemasan

HCl, H₂SO₄, 78 – 97% H₃PO₄, serta anhidrida HCOOH (2). Sifat kelarutan inilah yang menjadi kendala utama mengapa kitin sulit untuk diterima sebagai bahan tambahan makanan (10), apalagi untuk bahan kemasan layak-santap (*edible packaging*).

Kitosan yang bersifat larut dalam asam organik encer merupakan polimer turunan dari kitin, sebagai hasil proses deasetilasi parsial yang menghasilkan polisakarida linier dengan gugus D-glukosamina dan gugus asetil-D-glukosamina berselang seling. Jumlah dan distribusi residu asetil-D-glukosamina akan merupakan penyebab terjadinya perbedaan sifat psikokimia dan aspek fungsional dari kitosan yang dihasilkan (20). Selama beberapa dekade terakhir ini, kitosan telah menjadi pusat perhatian, khususnya karena rentang aplikasi komer-

sialnya yang sangat luas baik di bidang biomedika, pangan, berbagai jenis industri kimia lainnya, maupun untuk keperluan teknis. Dalam studi mengenai sifat-sifat fungsional kitosan telah tercatat pula berbagai penggunaan kitosan antara lain untuk memisahkan lemak dari air karena kemampuannya untuk menyerap lemak, untuk keperluan emulsifikasi fotografi, sebagai penutup luka, serta sebagai bahan pengikat zat warna pada serat sintetik (2,8,13).

Walaupun pemerintah Amerika Serikat belum secara resmi mengakui kitosan ini sebagai bahan tambahan makanan yang diperkenankan (11), ditandai dengan tidak tercantumnya kitosan di dalam *Code of Federal Regulations (CFR)*, namun para peneliti di Clemson University, South Carolina, telah mengakui bahwa kitosan dapat digunakan sebagai suplemen makanan, khususnya sebagai serat alami yang mampu mengurangi kadar kolesterol dan menyerap lemak (8). Bahkan sudah ada beberapa industri farmasi di USA yang membuat dan memasarkan produk suplemen makanan mengandung kitosan yang diekstrak dari kulit kerang dan diklaim mampu mengikat lemak melalui saluran pencernaan, disamping mampu mempercepat penyembuhan luka. Hal yang sama terjadi pula diberbagai negara Asia, khususnya Korea dan Jepang. Disamping itu, kitin dan kitosan memiliki sifat anti-kuman yang ditunjukkan terhadap berbagai jenis mikroorganisme seperti bakteri, ragi dan jamur; namun kitosan bersifat lebih stabil dan memiliki aktifitas anti-kuman yang lebih baik dibanding dengan kitin (17). Sebagai biopolimer yang akrab lingkungan dan dengan segala sifat unik yang dimiliki kitosan ini, potensinya sebagai bahan kemasan layak-santap mulai banyak diteliti orang.

PEMBUATAN KITIN DAN KITOSAN

Kitin merupakan komponen struktural utama dari kulit-rangka (*exoskeleton*) hewan tak bertulang belakang serta merupakan bagian dari dinding sel jamur. Limbah industri perikanan yang banyak mengandung kitin adalah kulit udang, kerang dan kepiting; namun kitin tidak berdiri sendiri karena keberadaannya bersamaan dengan kalsium karbonat, protein dan senyawa organik lainnya (11). Sifatnya menjadi sangat stabil, sehingga proses biodegradasi dari kitin pada limbah industri krustasean tersebut terjadi sangat lambat, dan dengan makin menumpuknya limbah yang dihasilkan, maka pada gilirannya akan menimbulkan masalah lingkungan. Di Amerika Serikat, sekitar 50 – 90% dari limbah padat yang dibuang berasal dari limbah industri pemrosesan ikan dan kerang-kerangan dengan estimasi per tahunnya mencapai lebih dari lima juta metrik ton, dan sebagian sudah dimanfaatkan untuk isolasi kitin (17). Pada tahun 1973 saja sudah diproduksi lebih dari 150.000 metrik ton kitin.

Secara sederhana, Agus Sudibyo (1) menjelaskan prinsip dasar pembuatan kitin dan kitosan dari kulit udang, yaitu:

Kulit udang disiapkan, dikeringkan, dibuat tepung dan diayak. Tepung yang sudah diayak dihilangkan proteinnya dengan menambahkan larutan NaOH 3% sebanyak 1 liter untuk setiap 100 gram tepung kulit udang kering, lalu dipanaskan ($80 - 85^{\circ}\text{C}$) sambil diaduk selama 30 menit. Untuk menghilangkan mineralnya, cairan dan residu dipisahkan. Kedalam residu yang dihasilkan, ditambahkan larutan HCl 1,25 N sebanyak 630 ml dan dipanaskan ($70 - 75^{\circ}\text{C}$) selama dua jam.

Setelah itu, residu dicuci sampai pH-nya netral, dan kitin yang dihasilkan dimurnikan dengan cara menambahkan campuran alkohol 70% dan akuades sebanyak 310 ml (dilakukan dua kali), disaring, kemudian direndam dalam akuades 310 ml dan disaring lagi. Residu yang dihasilkan lalu dicuci dengan akuades panas dan aseton 2 x 100 ml. Akhirnya residu dibeku-cairkan selama satu jam, kemudian dikeringkan pada suhu 70 – 80 °C. Proses deasetilasi untuk mendapatkan kitosan dilakukan dengan mereaksikan kitin dan NaOH pekat pada suhu 140 °C.

Kendati nampak sederhana, namun dalam proses pembuatan kitosan ini diperlukan tingkat ketelitian yang tinggi khususnya dalam menentukan kondisi proses yang tepat, karena karakteristik psiko-kimia (berat molekul, kadar nitrogen, kadar abu, derajat deasetilasi, densitas curah, viskositas dan asam amino residual) dari kitosan yang dihasilkan akan mempengaruhi sifat fungsionalnya, dan semuanya sangat tergantung pada bahan baku dan proses pembuatannya (2,12). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Paulk (14) berikut ini memperlihatkan secara lebih jelas pengaruh kondisi proses terhadap sifat kitosan yang diperoleh:

Kulit udang kering direndam dua kali (3 jam, 25 °C) dalam HCl dengan tiga macam normalitas yaitu 0,5 – 1,0 dan 3,0 N, kemudian disaring dan dicuci. Kitin yang diperoleh masing-masing direndam dalam 50% NaOH selama satu jam, disaring dan dicuci dengan aseton kemudian dengan air suling untuk mengha-

silkan kitosan. Ternyata viskositas kitosan (1% kitosan + 1% asam asetat) yang dihasilkan dari ketiga perlakuan tersebut berbeda satu sama lain, yaitu untuk perlakuan dengan HCl 0,5 – 1,0 – 3,0N masing-masing memberikan viskositas 441 – 489 – dan 141,2 cps. Kitosan yang diproses dari perlakuan HCl 3,0 N mengalami deasetilasi total, sedangkan dengan perlakuan HCl 0,5 dan 1,0 N masing-masing menghasilkan 95% dan 91% DA. Film yang dibuat dari kitosan dengan perlakuan HCl 0,5 dan 1,0 N memiliki sifat fisik yang jauh lebih baik dibanding dengan perlakuan 3,0 N.

Di Korea, kitosan merupakan bahan utama untuk industri makanan-kesehatan dengan pangsa pasar sekitar 600 ton pada tahun 1998, dan pada saat itu sudah terdapat sepuluh pabrik penghasil kitosan yang mengolahnya menjadi produk terkait dalam skala komersial (12).

Teknologi proses dari Korea ini dianggap sangat baik sehingga para peneliti di Universitas Clemson, South Carolina, meniru dan menggabungkannya dengan teknologi filtrasi untuk menciptakan proses pembuatan kitin dengan sistem *closed-loop* yang bebas polusi. Dengan proses ini, sistem mengekstrak daging tersisa yang masih menempel pada kulit kepiting, kulit yang sudah bersih kemudian diproses menjadi kitin dan kalsium, dan kitin yang diperoleh selanjutnya diolah menjadi kitosan dan glukosamin, dua jenis produk yang ternyata banyak diminta oleh industri suplemen makanan, bidang medis, industri manufaktur dan industri pertanian (8).

Sebagai catatan, perlu dikemukakan pula bahwa berdasarkan sifat kristalinitasnya kitin dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu kitin- α dan kitin- β . Gaya antar mole-

kul yang terjadi di dalam kitin- β lebih lemah dibanding dengan kitin- α , hal ini menyebabkan kitin- β memiliki sifat-larut dalam berbagai jenis bahan pelarut, serta bersifat lebih reaktif dibanding dengan kitin- α . Kitin yang diperoleh dari pengolahan kulit udang dan kulit kepiting termasuk jenis kitin- α , sementara jenis kitin- β baru ditemukan terdapat dalam 'pena' ikan cumi-cumi (*Notodarussioanii*) dan belum diproduksi secara besar-besaran (3). Harga kitosan- β yang ditawarkan pun masih sangat mahal, yaitu antara US\$ 100 – US\$ 150 per 15 gram tergantung nilai derajat asetilasi; makin kecil derajat asetilasi, makin tinggi harganya.

Secara umum dapat dikatakan bahwa jenis kitin dan kitosan yang beredar di pasaran bebas saat ini merupakan jenis kitin- α dan turunannya.

BEBERAPA SIFAT KITOSAN

Seperti telah dikemukakan diatas, sifat psikokimia kitosan sangat penting, karena memiliki pengaruh yang nyata terhadap sifat fungsionalnya. Secara umum sifat dari produk kitosan yang beredar di pasaran sangat tergantung pada jenis bahan baku dan cara pengolahan yang digunakan, dengan kisaran (12):

- Berat Molekul : 0,12 – 1,50 x 10⁶ Da
- Densitas curah : 0,18 – 0,33 g/ml
- Kadar Nitrogen : 7,06 – 7,97 %
- Kadar abu : < 1 %
- Derajat Deasetilasi, DD : 56 – 99 %
- Viskositas (dalam asam asetat): 60 – 5110 cP
- Asam amino residual : 2,0 – 47,4 mg/g
(sebagian besar berupa *lysine*)
- Daya ikat terhadap air : 355 – 805 %
- Daya ikat terhadap lemak : 217 – 535 %
- Daya ikat terhadap zat warna (5 mg zw/0,25 g sampel):

- merah : 21,3 – 100 %
- kuning : 7,4 – 99,8 %
- biru : 14,9 – 48,0 %

Rendahnya kadar abu memperlihatkan adanya indikasi efektifnya metoda demineralisasi yang digunakan untuk memperkecil kandungan kalsium karbonat. Hasil studi yang telah dilakukan memperlihatkan bahwa berat molekul kitosan berkorelasi langsung dengan viskositas (koefisien korelasi, $r=0,903$), sementara kadar nitrogen erat relevansinya dengan derajat deasetilasi ($r = 0,942$).

Adanya perbedaan nilai daya ikat air kemungkinan besar disebabkan oleh sifat kristalinitas dari produk, perbedaan jumlah gugus pembentuk garam, dan perbedaan kadar protein. Hasil analisa statistik menunjukkan adanya korelasi nyata antara daya ikat air dengan densitas curah ($r=0,931$); sementara daya ikat lemak selain tergantung pada nilai densitas curah ($r=0,968$) juga tergantung pada berat molekul ($r=0,802$), viskositas ($r=0,834$) serta kadar abu ($r=0,800$). Daya ikat terhadap zat warna besarnya sangat tergantung pada berat molekul dan kadar abu.

Lembaran film yang dibuat dari kitosan umumnya memiliki sifat fisik yang baik dengan permeabilitas terhadap oksigen yang rendah (4). Disamping itu, dari berbagai sifat fungsional yang dimiliki kitosan seperti telah dikemukakan sebelumnya, sifat paling unik yang terkait dengan aplikasinya sebagai kemasan layak-santap adalah kemampuannya untuk melakukan aktifitas anti-kuman dan anti-jamur (20). Kendati mekanisme proses terjadinya aktifitas anti-kuman dan anti-jamur dari kitosan ini belum diketahui secara pasti, namun beberapa teori telah mengemukakan, diantaranya (17) :

adanya interaksi antara muatan po-

sitip dari molekul kitosan dengan muatan negatif dari membran sel mikroba, menyebabkan timbulnya 'kebocoran' konstituen intraselular;

- kitosan berperan sebagai *chelating agent* yang secara selektif mengikat *trace metals* yang berakibat akan menghambat produksi racun dan pertumbuhan bakteri;
- kitosan berperan sebagai unsur pengikat air di dalam produk, menyebabkan terhambatnya pertumbuhan berbagai jenis ensim.

Teori yang belum tentu benar, sementara realitanya kitosan memang memiliki sifat unik tersebut, seperti terlihat dari hasil pengamatan para peneliti berikut (16,17):

- Chang dkk (1989) melaporkan adanya penghentian laju pertumbuhan *Bacillus cereus* pada pemakaian kitosan dengan konsentrasi 0,005 %.
- Sari-buah (*juice*) apel dan *pear* segar umumnya cepat sekali mengalami proses pencoklatan enzimatis, hanya dalam beberapa jam saja sari-buah sudah berwarna coklat. Dalam penelitiannya Sapers (1992) mengamati bahwa dengan penambahan kitosan sebesar 200 ppm pada sari-buah apel dan 1000 ppm pada sari-buah *pear*, proses pencoklatan dapat dihambat masing-masing menjadi lebih dari 23 jam dan 16 jam. Tidak ada penjelasan mengapa dosis kitosan yang diperlukan untuk kedua sari-buah tersebut serta waktu-hambat yang dihasilkan pun berbeda.
- Wang (1992) menyimpulkan bahwa diperlukan kitosan dengan konsentrasi 1,0–1,5% untuk menonaktifkan *Staphylococcus*

aureus setelah inkubasi dua hari pada medium dengan pH 5,5 dan 6,5. Sementara pertumbuhan *Escherichia coli* dapat dihentikan secara total setelah dua hari inkubasi dengan penggunaan kitosan pada konsentrasi 0,5 atau 1,0 % pada pH 5,5; bahkan apabila konsentrasi kitosan yang digunakan lebih besar dari 1,0 % maka pertumbuhan dapat dihentikan setelah satu hari inkubasi.

- Simpson (1997) melakukan studi mengenai pengaruh aktifitas mikrobial dari konsentrasi kitosan terhadap berbagai kultur bakteri pada udang segar. Ternyata tingkat penerimaannya terhadap kitosan bervariasi, *Bacillus cereus* misalnya memerlukan kitosan dengan konsentrasi 0,02 % agar terjadi efek bakterisida, sementara *Escherichia coli* dan *Proteus vulgaris* memperlihatkan laju pertumbuhan minimal pada pemakaian kitosan dengan konsentrasi 0,005 %, dan memerlukan minimal 0,0075 % untuk menghentikan sama sekali laju pertumbuhan tersebut. Dikatakan bahwa berbedanya konsentrasi kitosan yang digunakan dengan laporan sebelumnya, kemungkinan besar terjadi karena berbedanya berat molekul kitosan yang digunakan. Disamping itu, derajat asetilasi dari kitosan yang digunakan akan sangat besar pengaruhnya, makin kecil derajat asetilasi makin besar efektifitas anti-mikrobialnya.
- Allan *et al.* (1979) melaporkan bahwa kitosan mampu mengurangi laju pertumbuhan *in vitro* dari berbagai jenis jamur, kecuali *Zygomycetes* jenis jamur yang dinding selnya sebagian besar mengandung kitosan.

* Demikian juga El Ghaouth *et al.* (1992) mengamati aktifitas anti-jamur dari kitosan terhadap pertumbuhan *in vitro* berbagai jenis jamur patogen pada buah *strawberry*.

Ternyata kitosan (dengan 7,2 % NH_2) mampu menghambat pertumbuhan radial dari *Botrytis cinerea* dan *Rhizopus stolonifer*.

POTENSI KITOSAN SEBAGAI BAHAN KEMASAN LAYAK-SANTAP

Pada tahun 1936, GW Rigby mendapatkan hak paten atas keberhasilannya membuat lembaran film dari kitosan, dan diikuti dengan paten kedua untuk pembuatan serat dari kitosan. Lembar-film yang dihasilkan dinyatakan memiliki sifat lentur, liat, transparan dan tidak berwarna dengan ketahanan tarik sekitar 9000 psi (19). Arai *et al.* (1968) membuktikan bahwa kitosan tidak beracun, sementara menurut Hirano *et al.* (1990) berdasarkan hasil percobaannya terhadap binatang setempat, secara biologis kitosan dapat dinyatakan aman untuk dikonsumsi (9,11). Aplikasi kitosan sebagai bahan kemasan layak-santap untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga mutu produk pangan baik yang segar, beku, maupun produk pangan olahan baru tahun 1985-an mulai banyak menarik perhatian, terutama karena sifatnya yang ramah lingkungan dan mampu-urai-hayati (17), serta sifat kedapnya terhadap oksigen yang sangat baik (4,6).

Pada dasarnya lembar-film kitosan sangat mudah dibuat, yaitu cukup dengan menguapkan larutan asam organik encer dari polimer tersebut (11); berbagai jenis larutan asam organik dapat digunakan, antara lain asam asetat, asam laktat, asam format dan asam propionat (6,11).

Dengan menggunakan keempat jenis asam tersebut, Caner *et al.*, 1998, melakukan

penelitian untuk melihat pengaruh dari jenis dan konsentrasi asam, konsentrasi pemlastik (*plasticizer*, polietilene glikol 400), dan waktu simpan (sampai dengan 9 minggu) terhadap sifat fisik serta permeabilitas uap air dan oksigen dari lembar-film kitosan yang dihasilkan (6). Lembar-film kitosan yang dibuat dengan menggunakan asam asetat, asam format dan asam laktat memiliki kenampakan agak kuning, sementara asam propionat menghasilkan film yang nyaris tak berwarna. Perubahan konsentrasi (1% dan 7,5%) dari asam asetat dan asam format tidak menyebabkan terjadinya perbedaan yang signifikan terhadap ketahanan tarik, elongasi serta permeabilitas uap air dan oksigen dari film kitosan yang dihasilkan, tetapi perbedaan itu terjadi secara signifikan pada pemakaian asam laktat dan asam propionat. Perubahan konsentrasi pemlastik cukup besar pengaruhnya terhadap sifat-sifat film yang dihasilkan, terutama permeabilitas oksigen. Secara umum dengan bertambahnya waktu penyimpanan, sifat-sifat film yang diamati tidak banyak terpengaruh, kecuali elongasi mengalami penurunan yang cukup signifikan.

Butler *et al.*, 1996, telah mencoba membuat lembar-film kitosan dengan cara (5):

3 gram kitosan dilarutkan dalam 100 ml asam asetat 1%, diaduk pada suhu 40 °C selama 60 menit. Larutan kemudian disaring dengan menggunakan alat vakum dan aspirator untuk memisahkan bagian-bagian yang tidak larut. Ke dalam larutan tersaring ditambahkan gliserol sebagai bahan pemlastik (0,25 atau 0,50 ml/g kitosan), diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 10 – 15 menit.

Gelembung udara yang terbentuk dihilangkan dengan alat vakum. Larutan dituangkan secara merata diatas *biaxially oriented polypropylene* yang ditaruh diatas plat kaca, dan dibiarkan pada suhu kamar selama 24 jam, kemudian dikeringkan pada suhu 60 °C dan 15% RH. Setelah kering, lembar-film kitosan akan mudah dikelupas, untuk selanjutnya dilakukan pengujian

Lembar-film kitosan yang dihasilkan diidentifikasi sebagai sangat transparan, berwarna agak kuning, liat, fleksibel dan sulit untuk disobek. Apabila direndam di dalam air, film menjadi lentur seperti karet tetapi tetap kuat. Memiliki sifat kedap terhadap oksigen yang sangat baik, sifat kedap terhadap uap air agak rendah, dan sifat fisik cukup memadai, setara dengan sifat film polimer kekuatan sedang. Bertambahnya konsentrasi pemlastik menyebabkan turunnya sifat kedap, tetapi formasi lembaran dan sifat fisik menjadi lebih baik. Wiles *et al.*, 2000, menambahkan bahwa lembar-film kitosan kering yang dibuat tanpa penambahan bahan pemlastik, bersifat getas dan cenderung untuk menggulung; sifat ini akan berkurang apabila film disimpan dalam kondisi RH tinggi. Pengamatan yang dilakukan terhadap film yang dibuat dari kitosan dengan derajat deasetilasi yang berbeda (91,7%, 84,0%, dan 73,0%) menunjukkan bahwa derajat deasetilasi dan viskositas larutan-tuangnya tidak berpengaruh terhadap laju transmisi uap air (LTUA) lembar-film kitosan yang dihasilkan (19).

Seperti telah dikemukakan sebelumnya, kitosan memiliki sifat anti-kuman alami; hal ini merupakan salah satu keunikan sifat kitosan sebagai bahan kemasan

layak-santap. El Ghaouth *et al.*, 1991, mempersiapkan larutan kitosan berdasarkan campuran (1,5 g kitosan + 80 ml air + 2,5 ml HCl 10 N), pH larutan diatur 5,6 dengan menambahkan NaOH 1N. Buah *Strawberry* segar dicelupkan ke dalam suspensi *Botrytis cinerea*, dikeringkan pada suhu kamar selama 2 jam. Buah yang sudah terinokulasi tersebut kemudian dicelupkan ke dalam larutan kitosan, dikeringkan, dan disimpan di dalam wadah berventilasi pada suhu 13 °C dan RH 95%. Ternyata salut-kitosan bukan saja mampu menghambat pertumbuhan *B. cinerea*, tetapi juga mampu memperpanjang umur simpan buah yang disalut. Setelah 21 hari penyimpanan hanya sekitar 10% buah yang busuk, dan setelah 35 hari buah bersalut kitosan tersebut baru merah matang secara penuh (9). Sayangnya di dalam penelitian ini tidak dilakukan uji organoleptik.

Hasil pengamatan dari Coma *et al.*, 2002, yang dilakukan dengan metoda numerasi dan *epifluorescence* memperlihatkan bahwa film kitosan layak-santap mampu menghambat secara sempurna laju pertumbuhan *Listeria monocytogenes* sesudah 8 hari masa inkubasi. Namun demikian, dari hasil uji-coba lapisan kitosan terhadap keju yang mengandung *Listeria innocua* yang bersifat nonpatogenik, ternyata bahwa efek anti-kuman dari kitosan berkurang seiring dengan waktu; hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh semakin berkurangnya jumlah gugus amino di dalam kitosan (7).

Untuk memperoleh sifat film yang lebih baik, berbagai usaha modifikasi kimiawi dari kitosan telah dilakukan orang, salah satu diantaranya adalah *N,O* - karboksimetil kitosan (CM-kitosan atau disebut juga sebagai NOCC) dibuat dengan mereaksikan kitin dan asam monokloro-asetat

dalam kondisi alkali. Modifikasi kitosan yang dikembangkan oleh Davies *et al.* (1989) yang diikuti oleh Carolan *et al.* (1991) ini memiliki sifat larut dalam air, dapat dibuat film semi permeabel, mampu-urai-hayati dan tidak toksik. Larutan 0,7 - 2% CM-kitosan dapat digunakan untuk melapis berbagai jenis buah seperti apel, *pear*, buah persik, dan *plum*, baik dengan cara pencelupan maupun penyemprotan. Lapisan CM-kitosan yang mengering akan menghambat masuknya oksigen dan keluarnya karbon dioksida sehingga dapat memperlambat terjadinya proses pematangan buah selama penyimpanan. Metoda ini sudah banyak digunakan di Kanada dan Amerika Serikat (10,11,17). Usaha peningkatan dilakukan juga melalui proses pelapisan film kitosan dengan jenis polisakarida lainnya, misalnya film kitosan berlapis pektin (Hougland *et al.*, 1996) atau kitosan/metilselulosa (Chen *et al.*, 1996). Dilaporkan bahwa lembar-film kitosan/pektin memiliki sifat elastisitas dan kekuatan yang sangat baik, serta tahan terhadap terjadinya deformasi pada rentang suhu dibawah suhu kamar hingga lebih dari 150 derajat selsius. Dengan adanya indikasi peningkatan sifat ini, diharapkan suatu saat nanti jenis film gabungan polisakarida dapat menggantikan posisi film plastik yang bersumber dari industri petrokimia (15).

KESIMPULAN

1. Kitin merupakan komponen struktural utama dari kulit-rangka hewan tak bertulang belakang serta merupakan bagian dari dinding sel jamur. Terdapat sangat melimpah di alam ini dengan posisi ketersediaan menempati

urutan kedua sesudah selulosa. Limbah industri perikanan yang banyak mengandung kitin adalah kulit udang, kerang dan kepiting.

2. Kitosan merupakan polimer turunan dari kitin, sebagai hasil proses deasetilasi parsial kitin, dinyatakan tidak beracun dan sudah banyak digunakan sebagai suplemen makanan. Potensinya sebagai bahan kemasan layak-santap mulai menarik perhatian, karena sifatnya yang ramah lingkungan, serta memiliki sifat alami anti-kuman dan anti-jamur. Namun sejauh ini masih terbatas dalam wujud hasil penelitian, belum dikembangkan atau diaplikasikan dalam skala komersial.
3. Pada dasarnya film kitosan bersifat transparan, warna agak kuning, liat, fleksibel, dan sulit untuk disobek. Memiliki sifat kedap terhadap oksigen yang sangat baik, sifat kedap terhadap uap air agak rendah, dan sifat fisik cukup memadai.
4. Untuk memperoleh sifat film yang lebih baik, telah dilakukan berbagai modifikasi kimiawi dari kitosan, antara lain *N,O*-karboksimetil kitosan atau CM-kitosan yang memiliki sifat larut dalam air, dapat dibuat film semi permeabel, mampu urai hayati dan tidak toksik; telah digunakan secara komersial untuk melapis berbagai jenis buah segar, dan terbukti dapat memperlambat proses pematangan buah selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agus Sudiby, Meraih Devisa Melalui Industri Pengolahan Chitin dan Chitosan, Buletin Ekonomi Bapindo, Vol. XVI, No.5, 1991.

2. Anonim, The Merck Index. An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals, 13th Edition, Published by Merck Research Laboratories, NY, 2001.
3. Anonim, Squid Pen Derived Chitin and Chitosan, 2001 Industrial Research Limited, Last Updated 01 July 2003.
4. Brody AL, Marsh KS, Encyclopedia of Packaging Technology, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997.
5. Butler BL, Vergano PJ, Testin RF, Bunn JM, Wiles JL, Mechanical and Barrier Properties of Edible Chitosan Films as Affected by Composition and Storage, *Journal of Food Science*, Vol. 61, No.5, 1996.
6. Caner C, Vergano PJ, Wiles JL, Chitosan Film Mechanical and Permeation Properties as Affected by Acid, Plasticizer, and Storage, *Journal of Food Science*, Vol. 63, No.6, 1998.
7. Coma V, *et al*, Edible Antimicrobial Films Based on Chitosan Matrix, Citation: *Journal of Food Science*, Vol.67, No.3, 2002.
8. Dalhouse D, Clemson Researchers Turn a Natural Resource into New Product Lines, *ClemsoNews*, 11-10-1998.
9. Ghaouth AE, Aul J, Ponnampalam R, Boulet M, Chitosan Coating Effect on Storability and Quality of Fresh Strawberries, *Journal of Food Science*, Vol. 56, No. 6, 1991.
10. Hui JH, *Encyclopedia of Food Science and Technology*, Vol. 2, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1992.
11. Nisperos-Carriedo MO, Edible Coating and Films Based on Polysaccharides, Food Research Institute, Department of Agriculture, Werribee, Victoria, Australia.
12. No HK, Lee KS, Meyers SP, Correlation Between Physicochemical Characteristics and Binding Capacities of Chitosan Products, *Journal of Food Science*, Vol. 65, No. 7, 2000.
13. Outtara B, Simard RE, Pietic G, Begin A, Holley RA, Diffusion of Acetic and Propionic Acids from Chitosan-based Antimicrobial Packaging Films, *Journal of Food Science*, Vol. 65, NO. 5, 2000.
14. Paulk MA, Cooksey DK, Wiles JL, Characterization of Chitosan Packaging Films with Differing Levels of Deacetylation, Department of Packaging Science, Clemson University, South Carolina. Presented in the Annual Meeting and Food Expo, Anaheim, California, Session 100B, 19 - 06 - 2002.
15. Peter DH, Films from Pectin, Chitosan, and Starch, TEKTRAN, USDA Agricultural Research Service, 26 - 08 - 1996.
16. Sapers GM, Chitosan Enhances Control of Enzymatic Browning in Apple and Pear Juice by Filtration, *Journal of Food Science*, Vol. 57, No. 5, 1992.
17. Shahidi F, Arachchi JKV, Jeon Y-J, Food Applications of Chitin and Chitosans, *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 10, No. 2, February 1999.
18. Tokura S, Nagar C, Sakairi N, Nishi N, Controlled Release of Drugs from Chitin Foam, Proceedings of the International Workshop on Green Polymers, Bandung - Bogor, Indonesia, 4 - 8 November 1996.
19. Wiles JL, Vergano PJ, Barron FH, Bunn JM, Testin RE, Water Vapor Transmission Rates and Sorption Behavior of Chitosan Films, *Journal of Food Science*, Vol.65, No.7, 2000.
20. ----, What is Chitosan?, Biosyntech, <http://www.purechitosan.com/en/05/11/2003>.