

TPM 08

Pengembangan Kitosan Terkini pada Berbagai Aplikasi Kehidupan: Review

M. Reizal Ath Thariq, Ahmad Fadli, Annisa Rahmat, Rani Handayani

Jurusan Teknik kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Jl.HR Subrantas Km 12.5, Pekanbaru, Riau 28293

Ath.Thariq15514@gmail.com

Abstrak

Kitosan merupakan senyawa turunan dari hasil proses deasetilasi kitin yang banyak terkandung didalam hewan laut seperti udang dan kepiting. Kitosan memiliki banyak manfaat dalam berbagai bidang kehidupan, beberapa diantaranya dalam bidang kesehatan seperti bahan baku dalam pembuatan biomaterial dan dalam bidang lingkungan seperti adsorben sebagai aplikasi dalam atom penjerap atau atom pengikat untuk logam-logam berat kemudian dalam bidang ilmu pengetahuan sebagai koleksi data dari pemodelan kinetika reaksi pembuatan kitosan. Bahan baku utama pembuatan kitosan adalah cangkang hewan-hewan laut yang didalamnya mengandung kitin, seperti cangkang udang dan cangkang kepiting. Cangkang hewan laut mengandung senyawa kitin yang saling berikatan dengan mineral dan protein. Kitosan dapat disintesis dengan dua metode. Metode pertama secara enzimatik dengan menggunakan bantuan mikroba dan metode kedua secara kimia dengan bantuan bahan-bahan kimia. Secara garis besar sintesis kitosan dari kedua metode melewati beberapa proses seperti proses deproteinasi yaitu proses penghilangan protein yang ada pada bahan baku, proses demineralisasi yaitu proses pelepasan mineral yang masih terikat dalam bahan baku dan proses deasetilasi yaitu proses penghilangan atau pemutusan gugus asetil. Setiap metode memiliki kelebihan dan keuntungan masing-masing yang akan mempengaruhi kualitas kitosan yang dihasilkan. Aplikasi dari kitosan dalam bidang biomaterial diantaranya sebagai bahan baku pembuatan komposit kitosan-hidroksiapatit yang merupakan senyawa yang digunakan untuk pelapisan tulang. Sedangkan dalam bidang lingkungan, kitosan dapat diaplikasikan sebagai atom penjerap atau pengikat logam-logam berat seperti timbal, tembaga, kromium, dan raksa. Dalam paper ini akan dipaparkan tentang sintesis kitosan dan pemanfaatan kitosan sendiri pada berbagai bidang aplikasi kehidupan serta pemodelan kinetika reaksi.

Kata kunci : Adsorben, Deasetilasi, Demineralisasi, Deproteinasi, Kepiting, Kitin, Kitosan, Komposit, Kinetika Reaksi, Udang.

1.0 PENDAHULUAN

Kitosan merupakan senyawa turunan dari hasil proses deasetilasi kitin yang banyak terkandung didalam hewan laut seperti udang dan kepiting. Kitosan merupakan biopolimer yang banyak digunakan di berbagai industri kimia antara lain; sebagai koagulan dalam pengolahan limbah air, bahan pelembab, pelapis benih yang akan ditanam, adsorben ion logam, bidang farmasi, pelarut lemak, dan pengawet makanan. Kitosan mempunyai bentuk mirip dengan selulosa dan bedanya terletak pada gugus rantai C kedua. Kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri disebabkan kitosan memiliki polikation bermuatan positif yang

mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan kapang. (Mekawati *et al.*, 2000).

Kitosan dihasilkan dari udang dan kepiting dengan melakukan deasetilasi (penghilangan gugus asetil) kitin menggunakan alkali kuat pada suhu tinggi dan dalam waktu lama kitosan dapat digunakan sebagai penjerap logam berat. Logam berat berasal dari limbah industri penyamakan kulit, pelapisan logam, fotografi, dan dapat membahayakan lingkungan. Limbah ini bersifat akumulatif dalam tubuh manusia, sehinggamembahayakan kesehatan manusia.

Kitosan telah digunakan secara luas dalam bidang medis terutama sebagai biopolimer yang biasanya digabungkan dengan material pengganti tulang dan gigi karena bersifat *biocompatible*, *biodegradable*, *bioresorbable* dan non-toksik (Nather *et al.*, 2005). Kitosan juga bersifat *osteokonduktive*, bioaktif, dapat meningkatkan persembuhan luka dan mempunyai sifat antimikroba yang membuatnya menarik untuk digunakan sebagai pelapis bioaktif dalam meningkatkan *osseointegrasi* dari implan tulang. Kitosan biasanya digabungkan dengan senyawa kalsium fosfat seperti HAp untuk dibentuk menjadi pelet berpori yang menyediakan jaringan untuk migrasi sel sehingga memungkinkan terjadinya pertumbuhan jaringan (Zhao *et al.*, 2002).

Pemanfaatan kitosan dalam bidang adsorben banyak diaplikasikan sebagai atom penjerap ion logam berat dalam pengolahan air, pengawet, aditif makanan, pewarna, pigmen dalam rekayasa limbah, imobilisasi enzim, dan anti kolesterol.

Pemanfaatan dari kitosan dalam bidang ilmu pengetahuan sebagai studi kinetika yang terjadi dalam proses pembuatan kitosan melalui reaksi deasetilasi kitin menjadi kitosan.

1.1 Limbah Udang

Udang merupakan salah satu komoditi ekspor dan impor terbesar di Indonesia. Data dari FAO tahun 2010 menunjukkan bahwa total produksi udang di Indonesia adalah sebesar 131, 1 ton pertahunnya. Industri udang hanya memanfaatkan daging dari udang sedangkan kulit udang tidak digunakan. Banyaknya udang yang diproduksi menyebabkan bertambahnya limbah kulit udang yang dapat mencemari lingkungan. Salah satu contoh limbah udang tersebut adalah limbah udang ebi yang merupakan limbah udang kering yang telah dipisahkan antara kulit dan dagingnya.

Ebi atau Udang kering tanpa kulit adalah produk olahan hasil laut dengan bahan baku udang segar melalui proses penanganan, dengan pengupasan kulit dan pengolahan dengan pengeringan. Secara fisik penampakan udang kering tanpa kulit adalah berwarna *orange* sangat cerah, cemerlang, bersih, bentuk utuh dan berukuran seragam. Udang kering tanpa kulit biasanya digunakan untuk penyedap rasa dalam sayuran, misalnya sambel goreng, asinan, dan sebagainya. Adapun gambar dari limbah udang ebi ini ditampilkan pada Gambar

1.



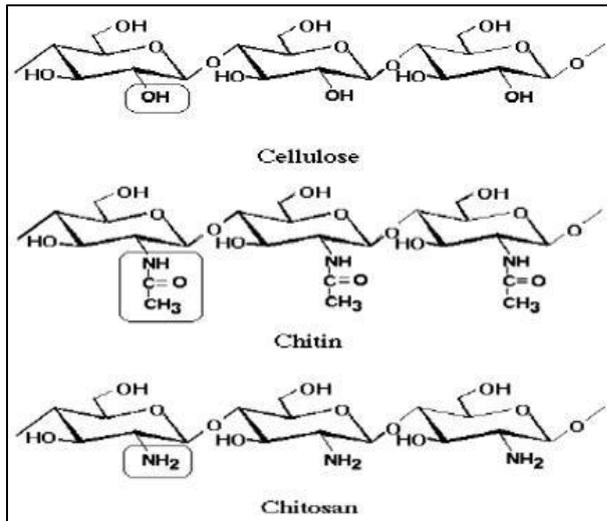
Gambar 1.a) Ebi dan b) Limbah Ebi
(Ongki, 2016)

Banyaknya ebi yang diproduksi menyebabkan bertambahnya limbah cangkang udang yang dapat mencemari lingkungan. Limbah cangkang udang dapat diperoleh dari industri pengolahan udang ebi yang ada di Kabupaten Indragiri Hilir dengan jumlah limbah sekitar 1-3 ton/bulan (Ongki, 2016)

Limbah udang yang potensial ini merupakan bahan yang mudah rusak karena degradasi enzim mikroorganisme. Hal ini menimbulkan masalah pencemaran lingkungan bagi industri pengolahan yang membahayakan kesehatan manusia. Limbah ini juga sangat menyita ruang akibat bau yang ditimbulkannya sehingga memerlukan tempat tertutup yang luas untuk menampungnya. Beberapa negara mencoba mengatasi hal ini dengan memanfaatkannya sebagai bahan dasar pembuatan kitin dan kitosan. Limbah cangkang udang yang dihasilkan dari proses pengolahan udang ebi berkisar antara 30-75% dari berat total udang (Darmawan *et al*, 2007). Cangkang udang diketahui mengandung kitin sebesar 18,7% (Mawarda *et al*, 2011).

1.2 Kitosan

Kitosan adalah salah satu polimer rantai panjang dengan rumus molekul $(C_8H_{11}NO_4)_n$ dihasilkan dari kitin melalui proses deasetilasi sempurna maupun sebagian dengan cara menghilangkan gugus asetil (CH_3-CO) dengan atom hidrogen (H) menjadi gugus amina (NH_2) (Rathke dan Hudson, 1994 diacu dalam Smith, 2005). Kitin merupakan polisakarida terbesar kedua setelah selulosa yang mempunyai rumus kimia poli(2-asetamido-2-deoksi- β -(1-4)-D-glukopiranososa) dengan ikatan β -glikosidik (1,4) yang menghubungkan antar unit ulangnya. Struktur kimia kitin mirip dengan selulosa, hanya dibedakan oleh gugus yang terikat pada atom C kedua. Jika pada selulosa gugus yang terikat pada atom C kedua adalah OH, maka pada kitin yang terikat adalah gugus asetamida (Muzzarelli, 1985). Perbedaan struktur kimia dai selulosa kitin dan kitosan dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Struktur kimia selulosa, kitin dan kitosan (Toharisman, 2007).

Kitosan merupakan polimer rantai panjang yang disusun oleh monomer-monomer glukosamin (2-amino-2-deoksi-D-glukosa). Biopolimer ini disusun oleh dua jenis amino yaitu glukosamin (2-amino-2-deoksi-D-glukosa, 70-80%) dan N-asetilglukosamin (2-asetamino-2-deoksi-D-glukosa, 20-30%) (Goosen, 1997).

Mutu kitosan yang diperdagangkan secara komersial tergantung pada penggunaannya, misalnya pada penanganan limbah diperlukan kitosan dengan kemurnian yang rendah, sedangkan jika untuk obat-obatan diperlukan kitosan dengan kemurnian yang tinggi. Mutu kitosan tersebut dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu kadar air, kadar abu, derajat deasetilasi (Bastman 1989 diacu dalam Subtjah *et al*, 1992). Karakteristik kitosan berdasarkan standar mutu yang ditetapkan *Protan Laboratories* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Kitosan

Jenis organisme	Kandungan Kitosan
Ukuran partikel	Serbuk sampai bubuk
Kadar air	≤ 10%
Kadar abu	≤ 2%
Warna larutan	Jernih
Derajat deasetilasi	≥ 70%
Viskositas (cPs)	<200
Rendah	<200
Medium	200-799
Tinggi	800-2000
Sangat Tinggi	>2000

Sumber: *Protan Laboratories*, 1992.

Kitosan berbentuk spesifik dan mengandung gugus amino dalam rantai panjangnya. Kitosan adalah polisakarida yang unik, karena polimer ini mempunyai gugus amin bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif (Angka dan Suhartono, 2000). Grup amin kitosan dapat berinteraksi dengan muatan negatif suatu molekul seperti protein dan polimer yang lain (Goosen, 1997).

Sifat yang penting dari kitosan adalah *biokompatibel*, *biodegradabel*, *biofungsional* dan tidak toksik. Berdasarkan sifat tersebut kitosan banyak digunakan di bidang kesehatan dan obat seperti untuk bahan pelepas obat dan sebagai *growth factor* pada pelapis obat. Kitosan dapat digabungkan dengan hidroksiapatit sehingga memiliki dual fungsi yaitu kitosan yang bersifat *osteoinduktif* karena mengandung *growth factor* dan hidroksiapatit yang bersifat *osteokonduktif* yang menyediakan pertumbuhan bagi sel osteoblast sehingga penambahan kitosan dapat memperbaiki sifat mekanik dan kekuatan dari hidroksiapatit (Feng *et al*, 2010). Sebagai *growth factor*, kitosan dapat mempercepat pembentukan tulang baru karena strukturnya sama dengan *glycosamino glycans* dan *hyaluronic acid* yang terdapat pada *kartilago* (Suh *et al* 2000; Seo *et al* 2004; Di *et al* 2005).

Kitosan yang memiliki struktur mirip dengan selulosa merupakan biopolimer yang dapat meningkatkan rasio penyembuhan luka, mendukung pertumbuhan sel dan memberikan hasil yang baik dalam aplikasi pada bidang rekayasa jaringan. Kitosan juga menunjukkan sifat bakterostatik dan fungistatik yang mencegah infeksi (Aprilia, 2008).

2.0 KARAKTERISTIK KITOSAN

Karakteristik dari kitosan diantaranya struktur yang tidak teratur, bentuknya kristalin atau semikristalin. Selain itu dapat juga berbentuk padatan amorf berwarna putih dengan struktur kristal tetap dari bentuk awal kitin murni. Kitosan mempunyai rantai yang lebih pendek daripada rantai kitin. Kelarutan kitosan dalam larutan asam serta viskositas larutannya tergantung dari derajat deasetilasi dan derajat degradasi polimer.

Kitosan kering tidak mempunyai titik lebur. Bila disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama pada suhu sekitar 100 °F maka sifat keseluruhannya dan viskositasnya akan berubah. Bila kitosan disimpan lama dalam keadaan terbuka maka akan terjadi dekomposisi warna menjadi kekuningan dan viskositasnya menjadi berkurang.

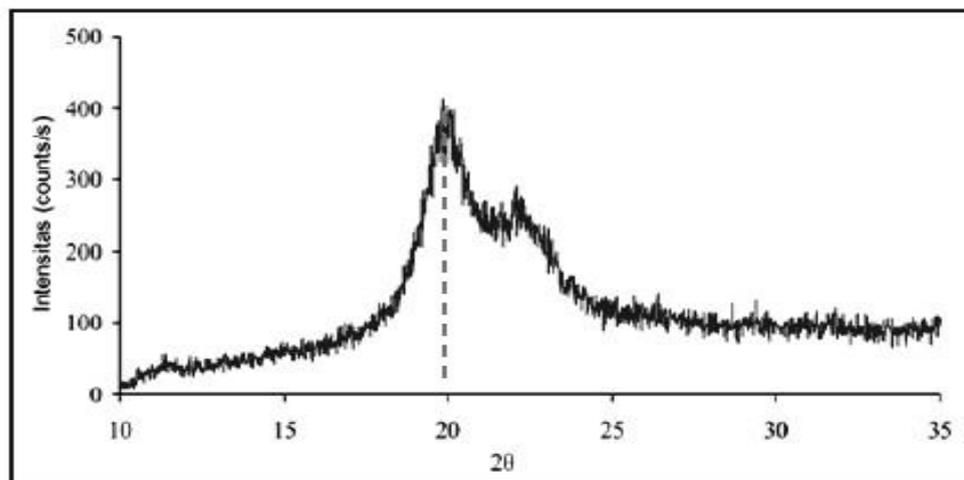
Kitosan tidak larut dalam air namun larut dalam asam, memiliki viskositas cukup tinggi ketika dilarutkan, sebagian besar reaksi karakteristik kitosan merupakan reaksi karakteristik kitin. Adapun berbagai solvent yang digunakan umumnya tidak beracun untuk aplikasi dalam bidang makanan. Solvent yang digunakan untuk melarutkan kitosan adalah asam format/air, asam asetat/air, asam laktat/air dan asam glutamate/air.

Pada proses deasetilasi kitin akan menghilangkan gugus asetil dan menyisakan gugus amino yang bermuatan positif jika berada pada kondisi asam (bersifat kationik) dan sangat menentukan sifat fungsional dari kitosan (Shahidi *et al*, 1999). Untuk melihat lebih jelas mengenai kandungan gugus-gugus fungsi pada kitosan dapat dianalisa dengan FTIR, seperti tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Gugus fungsi Kitosan (FTIR)
Sumber:Puspitawati dan Simpen, 2010

Gugus fungsi	Bilangan
	gelombang cm^{-1} Kitosan literatur
OH	3450,0
N-H ulur	3335,0
C-H ulur	2891,1
NH ₂ guntingan, N- H bengkokan	1655
CH ₃	1419,5
C-O-C	1072,3
NH ₂ kibasan dan pelintiran	850-750
N-H kibasan	715,0

Dari tabel 2 diatasPupitawati dan Simpen (2010) menunjukkan bahwa hasil pada bilangan gelombang 3450, 3335, 2891 cm^{-1} adalah gugus OH, N-H ulur, C-H ulur. Pada panjang gelombang 1655, 1419,5, 1072,3 cm^{-1} adalah gugus NH₂ guntingan/N-H bengkokan, C-O-C dan CH₃ Pada panjang gelomban 850-750 dan 715 cm^{-1} adalah gugus NH₂ kibasan /pelintiran dan N-H kibasan.



Gambar 3. Analisa XRD Kitosan (Dianawati, 2013)

Analisis XRD dilakukan untuk mengetahui fasa apa saja yang terkandung di dalam sampel, menghitung parameter kisi kristal dan ukuran kristal sampel. Analisa XRD dari kitosan murni dapat dilihat pada gambar 3 menunjukkan bahwa kitosan memiliki struktur campuran kristal dan amorf dengan titik puncak pada $2\theta=20^\circ$ (Dianawati, 2013).

3.0 SINTESA KITOSAN

Dalam kulit *crustacea*, kitin terdapat sebagai mikropolisakarida yang berikatan dengan garam-garam anorganik terutama kalsium karbonat (CaCO_3), protein dan lipida termasuk pigmen-pigmen. Kitin merupakan bahan utama dalam pembuatan kitosan. Oleh

karena itu untuk memperoleh kitin dari kulit *crustacea* melibatkan proses pemisahan protein (deproteinasi) dan pemisahan mineral (demineralisasi) dan untuk proses sintesa kitosan dapat dilakukan proses penghilangan gugus asetil (deasetilasi). Proses dapat dilakukan secara kimia dan secara enzimatik.

Sintesa kitosan dengan cara menghilangkan tiga komponen besar yaitu protein melalui deproteinasi dan kalsium karbonat dengan cara demineralisasi dan gugus asetil dengan deasetilasi. Berbagai metode telah dilakukan untuk menghasilkan kitosan murni. Metode sintesa kitosan terbagi dua yaitu secara enzimatik dan kimiawi. Metode enzimatik menggunakan enzim dari maupun bakteri sedangkan kimiawi dengan cara zat kimia dalam prosesnya.

Deproteinasi

Protein dalam kulit udang mencapai sekitar 21% dari bahan keringnya. Protein tersebut berikatan kovalen dengan kitin. Dalam proses ini kulit kepiting direaksikan dengan larutan natrium hidroksida panas dalam waktu yang relatif lama. Adapun tujuan dari proses ini untuk memisahkan atau melepas ikatan-ikatan antara protein dan kitin. Proses deproteinasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kimia seperti mereaksikannya dengan basa kuat NaOH dengan komposisi tertentu maupun dengan cara menggunakan bantuan mikroba. Adapun reaksi yang terjadi selama proses deproteinasi dapat dilihat dari reaksi berikut



Demineralisasi

Mineral dalam kulit kepiting dapat mencapai 40 – 50% tiap berat bahan kering. Dalam proses demineralisasi menggunakan larutan asam klorida encer. Proses demineralisasi ini bertujuan untuk menghilangkan garam-garam anorganik atau kandungan mineral yang ada pada kitin terutama kalsium karbonat. Adapun reaksi yang terjadi selama reaksi demineralisasi dapat dilihat reaksi berikut



Deasetilasi

Deasetilasi merupakan proses pemutusan gugus asetil pada kitin untuk menghasilkan kitosan. Metode yang biasa digunakan untuk proses deasetilasi kitin adalah dengan menggunakan larutan alkali NaOH (Tolaimatea *et al.*, 2003). Hilangnya gugus asetil dari kitin ini lah yang dinamakan dengan derajat deasetilasi. Champagne (2002) meneliti bahwa konsentrasi NaOH berbanding lurus dengan derajat deasetilasi yang didapat.

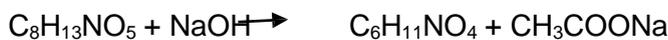
3.1 Proses sintesis Kitosan secara enzimatik

Proses sintesis kitosan secara enzimatik dapat dilakukan dengan 3 tahap yaitu tahap deproteinasi, tahap demineralisasi dan tahap deasetilasi. Mikroba penghasil protease yang telah dimanfaatkan untuk melakukan proses deproteinasi antara lain *Pseudomonas aeruginosa* K-187 (Oh *et al.*, 2000), *Bacillus subtilis* (Yang *et al.*, 2000), *Bacillus sp* OG-6 (Rohani, 2000), dan *Bacillus subtilis licheniformis* (Fatihyah, 2006). Pemanfaatan golongan bakteri asam laktat telah banyak diteliti dalam melakukan proses demineralisasi, antara lain

Lactobacillus paracasei subsp, *tolerans* KCTC-3074 (Jung *et al*, 2005), *Lactobacillus acidophilus* FN CC-116 (Herwanto, 2005), dan *Lactobacillus plantarum* Stains 541 (Rao dan Stevens. 2006). Natsir *et al* (2004) melakukan penelitian tentang konversi kitin dari kulit kepiting (*Scylla serrata*) menjadi kitosan dengan enzim kitin deasetilase.

3.2 Proses sintesis kitosan secara kimiawi

Ongki (2016) telah mengekstraksi kitosan melalui tahap deproteinasi, tahap demineralisasi dan tahap deasetilasi. Setiap proses diikuti dengan tahap pencucian, pembilasan, penetralan pH, dan pengeringan. Tahap deproteinasi dapat dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH 3,5% (Rasio 1:10(b/v)) selama 2 jam pada suhu 65°C dan tahap demineralisasi dapat dilakukan dengan menggunakan larutan HCl 1N (Rasio 1:10(b/v)) selama 1 jam pada suhu 30°C sedangkan pada tahap Deasetilasi dapat dilakukan dengan menggunakan NaOH 50% (Rasio 1:20(b/v)) pada suhu 120°C selama 3 jam (Ramadhan, 2010). Adapun reaksi yang terjadi dapat dilihat dari reaksi berikut.



4.0 MANFAAT KITOSAN

Aplikasi dari kitosan dalam kehidupan manusia sudah banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Kitosan merupakan turunan yang paling sederhana dari kitin. Tidak seperti polisakarida kehadiran gugus amino bermuatan positif yang terdapat sepanjang ikatan pilernya menyebabkan molekul dapat mengikat muatan negatif permukaan melalui ikatan ionik atau hidrogen (Muzzarelli, 1997; Rha, 1984; Shahidi, 1995), sehingga kitosan memiliki sifat kimia linier plyamine (poly D-glucosamine), gugus amino yang reaktif, gugus hidroksi yang reaktif.

Salah satu bidang pemanfaatan kitosan adalah dalam aspek medis. Dalam aspek medis kitosan yang merupakan biopolimer memiliki sifat *biocompatible* terhadap tubuh, sehingga kitosan ini dapat diaplikasikan dengan mensintesis kitosan dan biokeramik yang mampu menciptakan kemampuan yang baik sebagai regenerasi tulang.

Bahan keramik yang sering digunakan dalam bidang rekonstruksi jaringan tulang adalah *hydroxyapatite* sintetik $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$. *Hydroxyapatite* adalah salah satu material yang memiliki kesamaan dengan material tulang alami (Hui *et al*, 2010).

Kombinasi kitosan dan hidroksiapatit dapat direaksikan untuk memproduksi *scaffold* (Ratajaska *et al*, 2008). Idealnya campuran tersebut harus memiliki porositas tinggi, ruang yang besar (berpori), untuk memberi ruang yang cukup bagi perkembangan jaringan dan vaskularisasi baru. Penggabungan ini berbentuk pelet berpori sehingga menyediakan jejaring untuk migrasi sel yang memungkinkan terjadinya pertumbuhan jaringan (Zhao *et al*, 2002).

Selain pemanfaatan kitosan dalam bidang medis dewasa ini kitosan sudah dapat diaplikasikan dalam bidang lingkungan. Dengan aplikasi terbaru tersebut kitosan telah membawa keuntungan yang sangat signifikan. Salah satu pemanfaatan kitosan dalam bidang lingkungan tersebut adalah sebagai adsorben atau atom penjerap logam berat, seperti timbal (Pb), krom (Cr) dan raksa (Hg) yang terdapat pada air yang tercemar (Sri *et al*, 2013).

Beberapa metode dalam mengelola limbah cair yang mengandung pencemaran logam adalah dengan perlakuan melalui pengendapan, koagulasi atau flokulasi, filtrasi, proses membran, pertukaran ion, proses biologi dan reaksi-reaksi kimia. Dalam

penerapannya setiap metode memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing dari aspek teknis, ekonomis dan dampak ikutannya (Alimuniar, 1998).

Kitosan telah digunakan secara meluas sebagai penukar kation dengan cara pengompleksan pada perawatan air atau limbah. Kitosan dikenal juga sebagai penghelat logam-logam beracun. Serbuk atau larutan kitosan dapat menghilangkan atau mengurangi logam atau ion logam yang terdapat dalam air sungai, air laut dan air limbah (Muzarelli, 1985).

Kitosan merupakan biopolimer alam yang bersifat polielektrolit kationik yang berpotensi tinggi untuk penyerapan logam dengan mudah terbiodegradasi serta tidak beracun. Muzarelli (1977) melaporkan bahwa kitosan sudah pernah digunakan untuk menyerap logam-logam seperti tembaga (Cu), timbal (Pb), besi (Fe), nikel (Ni) dan semua logam tersebut didapati mudah terserap dengan baik.

Menurut beberapa peneliti seperti Hutahean (2001) menggunakan kitosan sebagai adsorben logam seng (Zn) dan krom (Cr) dan didapati telah berhasil menurunkan kadar logam tersebut. Amelia (1991) melaporkan larutan kitosan yang dibuatnya mampu menurunkan kadar logam Cu pada limbah cair industri pelapisan logam sebesar 60%.

Sri *et al*(2013) melakukan penelitian tentang aplikasi kitosan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar logam Cu dengan mensintesis kitosan dari cangkang udang dengan tahapan deproteinasi menggunakan NaOH 3,5%, tahap demineralisasi menggunakan HCL 1,5 M serta tahapan deasetilasi dengan NaOH 60%. Selanjutnya kitosan yang dihasilkan dikarakterisasi dan ditentukan kapasitas adsorpsinya terhadap logam Cu.

Sri *et al* (2013) melaporkan data yang didapat pada Tabel 3 terlihat bahwa massa kitosan sebesar 0,1 gram mampu menurunkan kadar logam Cu sampai konsentrasi 100 ppm dengan persentase 90,37%.

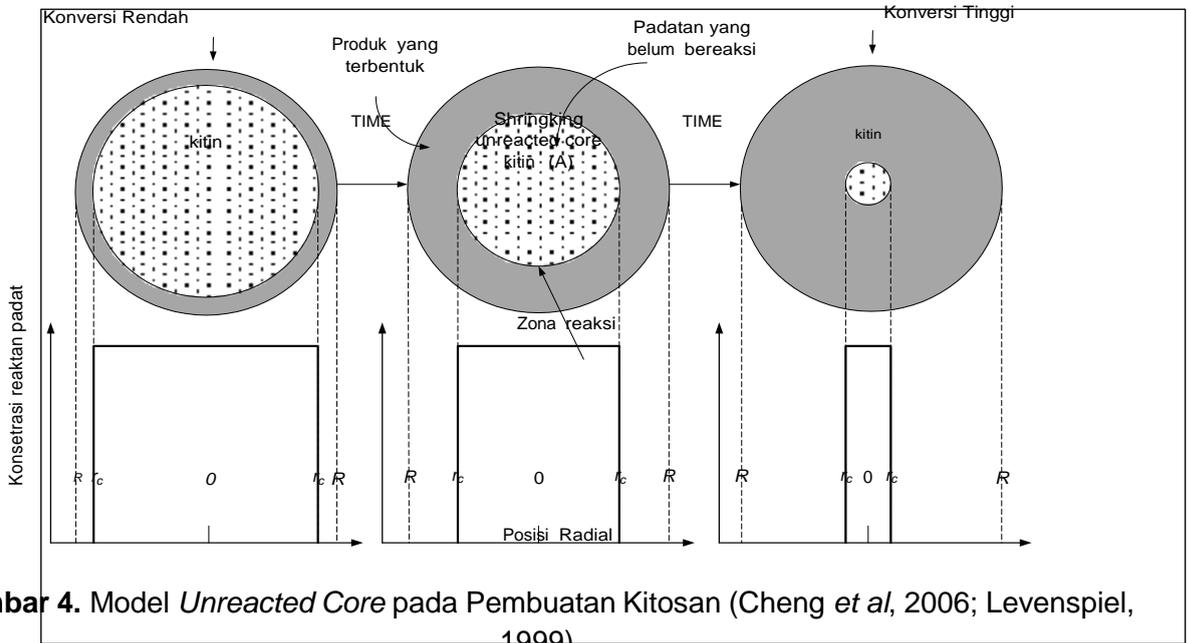
Tabel 3. Adsorpsi atom Cu oleh kitosan

Konsentrasi Cu (ppm)	Absorbansi awal yang teradsorpsi	Konsentrasi Cu yang tersisa (ppm)	Konsentrasi Cu yang teradsorpsi (ppm)	% adsorpsi
25	0,024	0,734	23,268	97,06
50	0,058	1,348	48,652	97,3
75	0,194	3,803	71,197	94,93
100	0,157	9,633	90,367	90,37

Sumber : Sri *et al*,2013

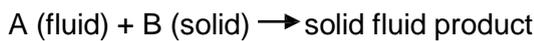
Massa kitosan yang digunakan 0,1 gr dalam volume sampel 25 ml

4.1 Kinetika Reaksi Sintesis Kitosan



Gambar 4. Model *Unreacted Core* pada Pembuatan Kitosan (Cheng *et al*, 2006; Levenspiel, 1999).

Cheng *et al* (2006) melakukan riset tentang kinetika reaksi fase heterogen dari reaksi deasetilasi dalam sintesa kitosan menggunakan metode *shrinking core model*. Cheng *et al* melaporkan bahwa dalam reaksi deasetilasi kitin menjadi kitosan bahwa kitosan direaksikan dalam sistem padat-cair dimana fase padat merupakan padatan kitin yang akan direaksikan dengan fasa cair yaitu larutan NaOH. Adapun reaksinya adalah sebagai berikut :



Cheng *et al* merujuk di dalam buku Levenspiel pada chapter fluid-particle reaction : kinetics membuat formula untuk kinetika reaksi deasetilasi kitosan adalah sebagai berikut :

$$\left(\frac{r}{R}\right) = 1 - \left(\frac{r_c}{R}\right)^3 = X_B \dots \dots \dots \text{model 1}$$

Dimana dalam model 1 ini merupakan model difusi *liquid film* mengontrol.

$$\frac{r}{R} = 1 - 3(1 - X_B)^{2/3} + 2(1 - X_B) \dots \dots \dots \text{model 2}$$

Dimana dalam model 2 ini merupakan model lapisan hasil mengontrol.

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{R}{R} - \frac{K_p}{R} \right) = 1 - \frac{K_p}{R} = 1 - (1 - X)^{1/3} \dots \dots \dots \text{model 3}$$

Dimana dalam model 3 ini merupakan model *chemichal reaction* mengontrol.

4.2 Penelitian Tentang Kitosan

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian tentang kitosan sudah banyak dipelajari. Penelitian tentang kitosan mulai dari sintesis kitosan dengan menggunakan metode biologi maupun dengan metode kimia, aplikasi kitosan dalam dunia medis dengan menjadikan bahan komposit, dalam lingkungan sebagai pemanfaatan atom penjerap logam-logam berat dan pengumpulan data dalam kinetika reaksi dalam proses sintesisnya. Berikut adalah data beberapa penelitian tentang kitosan.

Tabel 4. Penelitian Tentang Kitosan

Nama Peneliti	Tahun	Tema Penelitian	Bahan Baku	Hasil Penelitian
Cheng <i>et al</i>	2006	Kinetika reaksi deasetilasi kitin menjadi kitosan	Cangkang udang	Data kinetika reaksi heterogen sistem padat-cair mengikuti model reaksi kimia dan difusi mengontrol
Ongki	2016	Sintesa kitosan menggunakan metode kimia	Limbah udang ebi	Kitosan dengan derajat deasetilasi sebesar 86 %
Seo <i>et al</i>	2004	Aplikasi kitosan sebagai <i>scaffolds</i> untuk regenerasi tulang	Kitosan murni (showa chemical inc)	Kitosan yang <i>compatible</i> terhadap regenerasi tulang
Sri <i>et al</i>	2013	Kemampuan kitosan sebagai penjerap logam Cu	Kitosan yang disintesis dari cangkang udang	Kemampuan kitosan dalam penjerapan logam Cu hingga mencapai 90,37 %
Tolaimatea <i>et al</i>	2003	Preparasi kitin dan kitosan dengan kontrol <i>physico-chemical</i>	Cangkang udang	Pengaruh penambahan kitosan terhadap derajat deasetilasi
Zhao <i>et al</i>	2002	Karakterisasi komposit kitosan-Hap sebagai peregenerasi tulang	Kitosan-Hap murni (Engineering Research Center, Sichuan	Komposit kitosan-Hap compatible sebagai peregenerasi tulang

			University)	
--	--	--	-------------	--

5.0 KITOSAN UNTUK TEKNOLOGI MASA DEPAN

Banyaknya keunggulan yang dimiliki oleh kitosan telah menjadikan kitosan sebagai bahan fungsional yang potensial di dalam teknologi material. Di bidang *tissue engineering*, kitosan yang kedepannya mampu diaplikasikan didalam penyembuhan jaringan sel makhluk hidup. Dalam bidang lingkungan seperti pemanfaatan limbah pembuangan pabrik yang dibuang langsung ke perairan oleh perusahaan serta sebagai bahan pengawet makanan yang higienis menggantikan bahan pengawet yang digunakan selama ini. Masih banyak bidang lain yang akan menggunakan kitosan terutama dalam nano teknologi sehingga tidak salah kalau penulis mengatakan kitosan sebagai biopolimer masa depan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kementerian sains dan teknologi melalui penelitian strategis nasional 2016.

Daftar Pustaka

- Angka S, Suhartono MT. 2000. *Bioteknologi Hasil Laut. Bogor : Pusat Pengkajian Sumberdaya dan Pesisir Lautan*. Insitut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.
- Alimuniar, A. Dan Zainuddin R., 1998. "An Economical Technique For Producing Chitosan". Advantage Integration Chiti and Chitosan. London Elviesier.
- Aprilia R. 2008. *Analisis Produksi Fosfatase Alkali oleh Osteoblas yang Distimuli Graft Berbentuk Pasta pada Berbagai Komposisi, Konsentrasi dan Waktu yang Berbeda (In Vitro)*. Jakarta: FKG UI.
- Amelia, A., 1991, "Pemanfaatan Kitosan Sebagai Pengikat Logam Cu Dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Dengan Metode Kolom Dan Sentrifugasi". Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor
- Bastman S. 1989. *Studies on Degradetion and Extraction of Chitin and Chitosan from Prawn Shells. Thesis. The departement of Mechanical Manufacturing*. Aeonautical and Chemical Engineering. The Queen's University.
- Champagne, L. M., 2002, *The Synthesis of Water Solubke n-acyl Chitosan derivaties for Characterization as Antibacterial Agents*, Dissertation, B.S. Xavier University of Lousiana.
- Cheng, J & Mao, Q. 2006. *Kinetics of Heterogenous Deacetylation of β -Chitin*. . Department of Biology and Chemichal Engineering, Zhejiang University of Science anf Technology, Hang-Zhou. China
- Darmawan, E., Mulyaningsih, S., Firdaus, F. 2007. *Karakteristik Khitosan yang Dihasilkan dari Limbah Kulit Udang dan Daya Hambatnya terhadap Pertumbuhan Candida albicans*. LOGIKA . Yogyakarta: Bidang Farmakologi dan Bioteknologi, Farmasi FMIPA UII Yogyakarta, Bidang Material dan Komposit, DPPM UII Yogyakarta, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Vol.4: 207-213.
- Di, Ma., Sihiger, M., &Risbud, M.V. 2005. *Aversatile biopolymer for orthopaedic tissue engineering*. *Biomaterials*. 26, 5983-5990.
- Dianawati, Taty. 2013. *Sintesis Komposit Hidroksiapatit dengan Variasi 10-50% Kitosan*. Skripsi. Bogor: Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor (IPB).



- Fatihyah, S. R. 2006. *Deproteinasi Kulit Udang secara Fermentasi Menggunakan Isolat Bacillus Licheniformis F11 pada ekstraksi Kitin*. Skripsi. Fateta. IPB. Bogor
- Feng, Ko H., Charles, S., AndPrashant, N.K., 2010, *Novelsynthesis strategies for naturalpolymer and compositebiomaterials as potential scaffoldfor tissue engineering*, Phil.Trans. R. Soc. A., 368, 1981-1987,
- Food and Agriculture Organization. (2010). *Globefish Highlights*
- Goosen MFA. 1997. *Application of Chitin and Kitosan*. USA : Technomic.
- Herwanto. 2005. *Demineralisasi Kulit udang secara Fermentasi Menggunakan isolat Lactobacillus acidophius FN-CC 116 Untuk memproduksi kitin*. Skripsi Fapeta. IPB. Bogor.
- Hui, P., S.L. Meena, G. Singh, R.D. Agarawal, S. Prakash. 2010. Synthesis of Hydroxyapatite Bio-Ceramic Powder by Hydrothermal Method. *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*. 9(8). 683-692
- Hutahean, Ida S. M., 2001. “*penggunaan kitosan sebagai penjerap terhadap logam Zn dan Cr dengan metode AAS*”. Skripsi Jurusan Kimia FMIPA-USU. Medan.
- Jung, W. J., J. H. Kuk., K. Y. Kim, & R. D. Park. 2005. *Demineralization of red Crab Shell Waste by Lactic Acid Fermentation*. *Appl. Microbiol Bioetanol*. 44: 71-76.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering Third Edition*, John wiley & Sons Inc, USA. 569-576.
- Mawarda, P.C., Triana, R., dan Nasrudin . 2011. *Fungsionalisasi Limbah Cangkang Udang Untuk Meningkatkan Kandungan Kalsium Susu Kedelai Sebagai Penambah Gizi Masyarakat*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Mekawati, F. E., dan D. Sumardjo. 2000. Aplikasi Kitosan Hasil Tranformasi Kitin Limbah Udang (*Penaeus merguensis*) untuk Adsorpsi Ion Logam Timbal. *Jurnal Sains and Matematika, FMIPA Undip*. Semarang. Vol. 8 (2), hal. 51-54.
- Muzzarelli RAA. 1997 *Depolymerization of chitins and chitosans with hemicellulase, lysozyme, papain, and lipases*. Di dalam: Muzzarelli R.A.A, Peter MG (editors). *Chitin Handbook*. European Chitin Soc, Grottamare.
- Muzarelli RAA. 1985. “*Chitin in Polysaccharides*”, vol 3. Aspinal Press Inc. Orlando San Diego, p.147.
- Muzarelli RAA. 1977. “*Chitin*”. Pergamon Press. Oxford.
- Natsir, Hasnah., Noor, Alfian., Asfari, Novita., 2004. Konversi Kitin dari kulit kepiting (*Sylla Serrata*). *Marina Chemica Act*. Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nather, A., Zameer, A., 2005. *Bone Grafts And Bone Substitutes - Basic Science and Clinical Applications*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd
- Oh, YS., IL, Shih., YM, Tzeng & SL., Wang. 2000. *Protease Produce by Pseudomonas aerugionosa K-187 and its Aplication in the deroteinization of shrimp and crab shell waste*. *Enzyme Mircrobiol Tecnoo*. 23: 3-10.
- Ongki, A., Fadli, A., Drastinawati, 2016, “*Konversi Kitin Menjadi Kitosan dari Limbah Industri Ebi*”, Skripsi Fakultas Teknik Kimia. UNRI. Pekanbaru.
- Paul, Sneha., Jayan, Aiswarya.,Sasikumar, C, H., Cherian, S, M. 2014. *Extraction and Purifikacion of chitosan from chitin isolated from sea parwn (Fenneropenaeus Indicus)*. *Asian Joernal Of Pharmacetical And Clinical Research*. Vol7(1): 0974:2441.
- Protan Laboratorium. 1987. *Caton Polymer for Recovery Valuable by Products from Processing waste Burgess*.



- Puspawati, N, M., Simpen, I, N. 2010. *Optimasi Deasetilasi Khitin dari Kulit Udang dan Cangkang Kepiting Limbah restoran Seafood menjadi Khitosan Melalui Variasi NaOH Jurnal Kimia*. Bukit Jimbaran: Universitas Udayana. 4(1): 79-90.
- Ramadhan, L, O, A, N., Radiman, C, L., Wahyuningrum, D. 2010. *Deasetilasi Kitin Secara Bertahap Dan Pengaruhnya Terhadap Derajat Deasetilasi Serta Massa Molekul Kitosan*. Jurnal kima indonesia. Vol 5(1): 17-21
- Ratajska M., Haberko K., Ciechańska D., Niekraszewicz A., Kucharska M. 2008. *Hydroxyapatite - Chitosan Biocomposites. Monograph XIII*: 13: 89 – 94.
- Rao, M.S., W, F, Stevens. 2006. *Fermentation of Shrimp Biowaste under Different Salt Concentrations with Amylolytic and Non-Amylolytic Lactobacillus Strains for Chitin Production*. Food. Technol. Biotechnol. 44 (1): 83-87.
- Rohani, N. 2000. *Deproteinasi Kulit udang Windu (Panaeus mondon Fabr) Menggunakan Isolat Bakteri Baillus sp*. Skripsi. FMIPA. IPB. Bogor.
- Seo, Yj., Lee, Jy., Park, Yj., Lee, Ym., Yong, K., Rhyu, Ic., And Han, SB., 2004. *Chitosan sponges as tissue engineering scaffolds of bone formation*, Biotechnol Lett., 26, 1037-1041
- Shahidi, F., Arachchi, JKV., Jeon YJ. 1999. *Food application of chitin and chitosans*. Trends Food Sci Technol. 10: 37-51.
- Smith R. 2005. *Biodegradable Polymers for Industrial Application*. Cambridge England : CRC press
- Sry A., Yeti K., 2013. *Pembuatan kitosan dari cangkang udang dan aplikasinya sebagai adsorben untuk menurunkan kadar logam Cu*. KIP Mataram. Mataram.
- Suh, J.K., And Matthew, H.W., 2000, *Application of chitosan based polysaccharide biomaterials in cartilage tissue engineering : a review*, Biomaterials., 21, 2589-2598.
- Sugita, Purwantiningsih., Wukiradari, Tuti., Sjahrizal, Ahmad & Wahyono, Dwi. 2009. *Kitosan Sumber Biomaterial Masa Depan*. IPB Press: Bogor.
- Sulistiyonimgrum, R. S., Suprijanto, Jusup, Sabdono, Agus. 2013. *Aktivasi Anti Bakteri Kitosan dari Cangkang Semping pada Kondisi lingkungan yang berbeda: kajian pemanfaatan Limbah Kerang Semping (Amusium sp)*. Joernal Of Marine Research 2(4):111-117.
- Suptijah P, Salamah E, Sumaryanto H, Purwaningsih S, Santoso J. 1992. *Pengaruh berbagai isolasi khitin kulit udang terhadap mutunya*. Laporan Penelitian. Bogor. Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Suptijah P. 2006. Deskripsi Karakteristik Fungsional dan Aplikasi Kitin Kitosan. Di dalam : *Prospek Produksi dan Aplikasi Kitin-Kitosan sebagai Bahan Alami dalam Membangun Kesehatan Masyarakat dan Menjamin Keamanan Produk*. Prosiding Seminar Nasional Kitin Kitosan; Bogor, 16 Maret 2006. Bogor : Departemen Teknologi hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. hlm14-23.
- Toharisman, A. 2007. *Peluang Pemanfaatan Enzim Kitinase Di Industri Gula*. P3GI.
- Tolaimatea, A.; Desbrieresb, J.; Rhazia, M.; dan Alaguic, A., 2003, *Contribution To The Preparation Of Chitins And Chitosans With Controlled Physio-Chemical Properties*, Polym. J., 44, 7939-7952.
- Yang, J-K., Y-M, Tzeng., Sl. Wang. 2000. *Production and Purification of protease from a Bacillus subtilis that can deproteinize crustacean waste*. Enzyme microbial Technol. 26: 406-423.

Zhao F, Yin Y, Lu W, Leong J, Zhang W, Zhang J, Zhang M, Kangde K. 2002. *Preparation and histological evaluation of biomimetic three-dimensional hydroxyapatite/chitosan-gelation network composite scaffolds. Biomaterials 23:3227-3234.*