

STUDI PROSES DEASETILASI PADA PEMBUATAN KITOSAN DARI LIMBAH UDANG

Ani Purwanti¹, Sumarni², Tetty Br Sitohang³, Novita Setyawati⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 1 Oktober 2010, revisi masuk : 2 Desember 2010, diterima: 24 Januari 2011

ABSTRACT

Chitosan is derived from dry shrimp shell that has been demineralized, deproteinized, and deacetylated to remove the mineral, protein, and the acetyl group. Chitosan can be used as a food preservative. The aim of this study is to obtain the effect of processing time, temperature, solvent volume, and concentration of NaOH in the deacetylation process. In this experiment, the shrimp shell powder had water content and ash content of 5.73% and 29%, respectively. Deproteinization process used a solution of NaOH 5%, processing temperature of 100°C, and processing time about 2 hours. The process of demineralization used 1N HCl solution, temperature process of 80°C, and processing time 1 hour. In the deacetylation with fixed variable at 300 mL of solution of NaOH 40% as a solvent and temperature of 110°C, the relatively good condition of the process is obtained at the processing time of 3 hours. In the experiment with the volume of solvent as a variable, chitosan with optimum of ash content and solution viscosity is reached at the volume of solvent about 300mL. In the experiment with the process temperature are 100°C and 140°C, and with the dependent variable, i.e volume of solvent, processing temperature, and concentration of NaOH solution are 300mL, 3 hours, and 40%, respectively, the chitosan with good ash content and viscosity under 200 millipoise is obtained at a temperature of 110°C. In these experiments, chitosan with optimum ash content and viscosity of 1.06% and 175.36 millipoise, respectively, is obtained at processing time, solvent volume, processing temperature, and NaOH concentration at the value of 3 hours, 300 mL, 110°C, and 40%, respectively. The chitosan with optimum characteristics is applied as a coating of tomatoes and grapes. The results shows that the fruits which are dipped into the chitosan solution have a longer lifetime than fruits without preservatives or coated with 1% acetic acid solution.

Keywords: chitin, deacetylation, chitosan

INTISARI

Kitosan sebagai bahan pengawet makanan dapat dibuat dari kulit, kepala, dan ekor udang. Pembuatan kitosan dilakukan melalui tahap deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Dalam penelitian ini, tepung kulit udang yang digunakan mempunyai kadar air 5,73% dan kadar abu 29%. Proses deproteinasi menggunakan larutan NaOH 5%, suhu 100°C, dan waktu proses 2 jam. Proses demineralisasi menggunakan larutan HCl 1N, suhu 80°C, dan waktu proses 1 jam. Proses deasetilasi dilakukan dengan bervariasi waktu proses, suhu, volume larutan NaOH sebagai pelarut, dan konsentrasi larutan NaOH. Hasil proses deasetilasi dianalisis kadar abu dan dilarutkan dalam larutan asam asetat 1% untuk dianalisis viskositasnya. Pada proses deasetilasi dengan variabel tetap yaitu volume larutan NaOH 40% sebanyak 300 mL dan suhu 110°C, kondisi proses yang relatif baik diperoleh pada waktu proses 3 jam. Pada percobaan dengan variabel volume pelarut (larutan NaOH), kondisi proses yang relatif baik pada volume larutan NaOH 300 mL. Pada percobaan dengan volume larutan NaOH 40% sebanyak 300 mL dan waktu proses 2 jam, diperoleh karakter kitosan yang baik pada suhu 110°C. Pada percobaan dengan variabel konsentrasi NaOH yang digunakan, hasil kitosan yang baik pada konsentrasi NaOH 40%. Dari hasil penelitian dengan waktu proses 3 jam, suhu 110°C, volume larutan NaOH 40% sebanyak 300 mL diperoleh bahwa pada proses deasetilasi dihasilkan kitosan dengan mutu yang baik yaitu yang mempunyai kadar abu dan viskositas yang optimal masing-masing 1,06% dan 175,36 millipoise. Kitosan hasil

selanjutnya diaplikasikan pada pengawetan buah tomat dan anggur. Hasil percobaan menunjukkan bahwa buah tomat dan anggur yang dilapisi kitosan yang telah dilarutkan dalam asam asetat 1% mempunyai daya tahan (kondisi kenampakan luar buah) lebih baik dibanding buah tomat dan anggur yang hanya dicelupkan ke dalam larutan asam asetat 1%.

Kata kunci: kitin, deasetilasi, kitosan

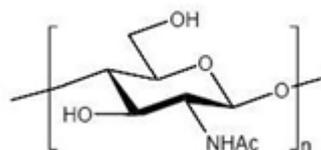
PENDAHULUAN

Udang merupakan bahan makanan yang banyak mengandung protein tinggi, namun kulit, kepala, ekor udang ini dibuang sebagai limbah. Menurut Marganof, dkk. (2003), kulit udang yang banyak mengandung kitin dan kitosan merupakan limbah yang mudah didapat dan tersedia dalam jumlah yang banyak yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah kulit udang tersebut dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kitin dan kitosan yang menjadi salah satu bahan kimia dan bahan baku industri yang menjadi unggulan khususnya bagi industri farmasi dan kesehatan. Salah satu manfaat dari kitosan adalah dapat digunakan sebagai bahan pengawet makanan.

Penelitian tersebut bertujuan untuk mengolah limbah kulit udang menjadi kitosan yang bermanfaat sebagai pengganti bahan pengawet makanan yang tidak berbahaya bagi tubuh dan mempunyai mutu kitosan berdasarkan kualitas standar kitosan dalam dunia perdagangan. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui mutu kitosan berdasarkan kualitas standar kitosan dalam dunia perdagangan. Parameter yang digunakan adalah kadar abu, dan viskositas dari hasil pembuatan kitosan.

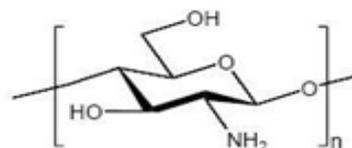
Kitin berasal dari bahasa Yunani "chiton" yang berarti mantel atau merupakan lapisan luar. Kitin mempunyai rumus molekul $C_{18}H_{26}N_2O_{10}$ (Hirano, 1986). Kitin termasuk golongan polisakarida yang mempunyai berat molekul tinggi dan merupakan molekul polimer berantai lurus dengan nama lain β -(1-4)-2-asetamida-2-dioksi-D-glukosa (N-asetil-D-Glukosamin) (Hirano, 1986; Tokura and Nishi, 1995). Struktur kitin sama dengan selulosa dimana ikatan kimia yang terjadi antara monomernya terangkai dengan ikatan glikosida pada posisi β -(1-4). Perbedaan-

nya dengan selulosa adalah gugus hidroksil yang terkait pada atom karbon yang kedua pada kitin diganti oleh gugus asetamida ($NHCOCH_2$) sehingga kitin menjadi sebuah polimer berunit N-asetilglukosamin (Rinaudo, 2006). Kitin bersifat hidrofob, tidak larut dalam air dan beberapa pelarut organik (Fernandez-Kim, 2004). Gambar struktur kitin terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur molekul kitin.

Kitosan disebut juga dengan β -1,4-2-amino-2-dioksi-D-glokosa merupakan turunan dari kitin melalui proses deasetilasi (Yoshida *et al.*, 2009). Kitosan akan bermanfaat dalam bidang teknologi pangan, industri farmasi, industri kosmetik, pengolahan limbah, dan bidang pertanian (Nadarajah, 2005). Kitosan juga merupakan suatu polimer multifungsi karena mengandung tiga gugus yaitu asam amino, gugus hidroksil primer dan sekunder. Struktur molekul kitosan dapat terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur molekul kitosan

Mutu kitosan meliputi beberapa parameter yaitu kadar air, kadar abu, kelarutan, warna, dan derajat deasetilasi. Kualitas standar kitosan dalam dunia per-

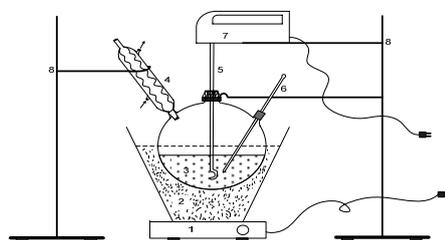
dagangan dapat dilihat pada Tabel 1 (Protan Laboratories Inc.).

Tabel 1. Kualitas Standar Kitosan

Sifat	Nilai Komersial
Ukuran partikel	Butiran bubuk
Kadar air (% bahan kering)	< 10 %
Kadar abu (% bahan kering)	< 2 %
Derajat deasetilasi	> 70%
Viskositas (millipoise)	
1. rendah	50 – 200
2. medium	200 – 799
3. tinggi	800 – 2000
4. ekstra tinggi	> 2000

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah udang (kulit udang, kepala, dan ekor), air, aquades, larutan NaOH 40%, larutan NaOH 5%, larutan HCl 1N, larutan asam asetat 1%. Limbah udang diperoleh dari laut di perairan Semarang.

Penelitian pembuatan kitosan dari limbah kulit udang dilakukan dalam dua tahap, yaitu persiapan proses dan pengambilan kitosan dari limbah udang. Pada tahap persiapan proses ini, bahan baku yang berupa kulit udang dicuci sampai bersih, kemudian dikeringkan dengan sinar matahari. Selanjutnya kulit udang dihaluskan dan diayak dan hasilnya berupa tepung, lalu dianalisis kadar air dan kadar abunya. Pengambilan kitosan dari limbah udang dilakukan melalui tiga tahap proses, yaitu proses deproteinasi, demineralisasi (Hirano, 1986; Tokura and Nishi, 1995), dan deasetilasi. Ketiga tahapan proses menggunakan rangkaian peralatan diperlihatkan pada Gambar 3.



Keterangan :

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. Kompor listrik | 5. Pengaduk |
| 2. Penangas minyak | 6. Pendingin balik |
| 3. Termometer | 7. Motor pengaduk |
| 4. Labu leher tiga | 8. Statif dan klem |

Gambar 3. Rangkaian alat proses.

Proses deproteinasi ini dilakukan dengan cara menambahkan larutan NaOH 5% sebanyak 300mL ke dalam 20gr tepung limbah udang ini lalu dipanaskan pada suhu 100°C selama 2 jam. Hasil deproteinasi disaring untuk diambil residunya kemudian dicuci menggunakan air sampai pH netral, kemudian residunya dikeringkan dalam oven.

Proses demineralisasi dilakukan dengan cara merebus dari padatan hasil deproteinasi menggunakan larutan HCl 1N sebanyak 300mL selama 1 jam pada suhu 80°C. Hasil demineralisasi lalu disaring untuk diambil residunya dan dicuci menggunakan air sampai pH netral, kemudian residu dikeringkan dalam oven. Residu hasil demineralisasi yang telah dikeringkan disebut kitin.

Proses deasetilasi ini dilakukan dengan cara merebus kitin pada larutan NaOH yang mempunyai konsentrasi dan volume tertentu pada waktu dan suhu proses tertentu. Hasil deasetilasi lalu disaring untuk diambil residunya dan dicuci menggunakan air sampai pH netral, kemudian residu dikeringkan dalam oven. Residu dari hasil deasetilasi inilah yang disebut kitosan. Untuk mengetahui mutu kitosan, hasil proses dianalisis kadar abu (Sudarmadji, dkk., 1984) dan diukur viskositasnya. Pengukuran viskositas dilakukan dengan cara membuat larutan kitosan 1% dalam pelarut asam asetat 1%.

Uji fungsi sebagai pengawet dilakukan dengan cara melarutkan 1,5gr kitosan kepada 100mL asam asetat 1%, kemudian buah yang akan diawetkan dicelupkan beberapa saat dan ditiriskan dan diamati setiap hari perubahan yang terjadi.

PEMBAHASAN

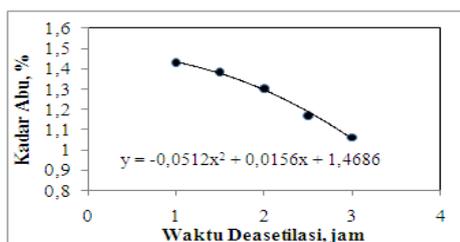
Variabel Waktu Untuk mengetahui dari pengaruh waktu pada proses deasetilasi terhadap kadar abu dan viskositas untuk mengetahui mutu kitosan, maka dapat dilakukan penelitian dengan memvariasikan waktu deasetilasi. Bahan baku yang digunakan sebagai proses deasetilasi adalah kitin yang diperoleh dari limbah kulit udang kering yang telah dilakukan proses deproteinasi dan deasetilasi. Kitin yang digunakan mempunyai kadar air, kadar abu, dan derajat deasetilasi masing-masing sebesar 5,8%, 2,9%, dan 38%. Kondisi operasi yang di-

pertahankan konstan adalah berat bahan baku awal proses 10gr, suhu proses deasetilasi 110°C, dan volume NaOH 40% sebanyak 300 mL. Hasil yang diperoleh tercantum pada Tabel 2. Hubungan antara waktu deasetilasi dengan berat kitosan hasil tidak bisa digunakan sebagai parameter untuk memvariasikan kadar abu dan viskositas.

Tabel 2. Pengaruh Waktu Deasetilasi terhadap Kadar Abu dan Viskositas Larutan Kitosan

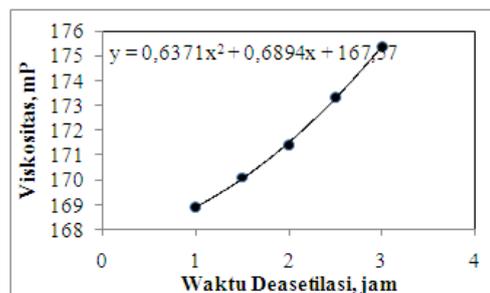
Waktu (jam)	Berat kitosan hasil (gram)	Kadar abu (%)	Viskositas (millipoise)
1	2,4	1,43	168,89
1,5	2,6	1,38	170,09
2	2,4	1,30	171,42
2,5	2,5	1,17	173,34
3	2,6	1,06	175,36

Dari hasil percobaan dapat dilihat bahwa semakin lama waktu deasetilasi maka makin rendah kadar abunya. Hal ini berarti makin lama waktu deasetilasi maka makin baik mutu kitosan, kadar mineral yang terkandung dalam kitosan makin rendah. Penurunan kadar mineral pada deasetilasi kitin menjadi kitosan tidak signifikan karena hilangnya mineral pada deasetilasi merupakan efek sampingan saja. Tujuan utama deasetilasi adalah penghilangan gugus asetil pada kitin. Berdasarkan Tabel 1 kualitas standar mutu kitosan untuk kadar abu nilai komersialnya kurang dari 2%. Hubungan antara waktu deasetilasi (x, jam) dengan hasil kadar abu (y, %) dapat dilihat pada Gambar 4 dan dapat dinyatakan dengan persamaan matematik sebagai berikut:
 $y = -0,0512x^2 + 0,0156x + 1,4686$ (1)
 Persamaan (1) ini berlaku untuk nilai x sebesar 1-3 dan diperoleh ralat rata-rata 0,7%.



Gambar 4. Hubungan waktu deasetilasi (jam) dengan kadar abu kitosan (%).

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu deasetilasi maka semakin tinggi viskositasnya. Semakin tinggi viskositas larutan kitosan menunjukkan semakin banyak kitosan yang dapat larut di dalam asan asetat 1%. Hal ini berarti makin lama waktu deasetilasi maka makin baik mutu kitosan. Dari hasil penelitian diperoleh hasil yang baik pada waktu deasetilasi 3 jam dengan viskositas sebesar 175,36 millipoise dan kadar abu 1,06%. Kitosan yang dihasilkan dari proses ini sudah memenuhi kualitas standar mutu kitosan dengan viskositas nilai komersialnya sekitar 50–200 millipoise. Dari data waktu deasetilasi dan viskositas larutan kitosan dapat dibuat grafik pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan antara waktu deasetilasi (jam) dengan viskositas larutan kitosan (mP).

Hubungan antara waktu deasetilasi nilai (x, jam) dengan viskositas (y, millipoise) dapat dinyatakan dengan persamaan matematik sebagai berikut :
 $y = 0,6371x^2 + 0,6894x + 167,57$ (2)
 Persamaan (2) di atas berlaku untuk nilai x antara 1 sampai dengan 3 dan diperoleh ralat rata-rata sebesar 0,02%.

Variabel Suhu, untuk mengetahui pengaruh suhu pada saat proses dari deasetilasi terhadap kadar abu dan viskositas untuk mengetahui mutu kitosan, maka dilakukan penelitian dengan memvariasikan suhu proses. Kondisi lain yang dipertahankan konstan adalah berat bahan baku awal proses 10 g, volume pelarut proses deasetilasi yaitu NaOH 40% sebanyak 300 mL, waktu proses dari deasetilasi 3 jam. Hasil yang diperoleh tercantum pada Tabel 3. Berat kitosan hasilnya berkisar antara 2,5 g sampai dengan 2,6 g, berat kitosan hasil tidak bisa digunakan sebagai parameter mutu

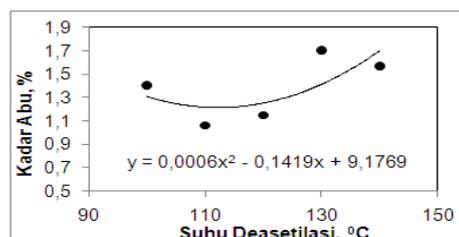
kitosan karena tidak berpengaruh terhadap kadar abu maupun viskositas.

Berdasarkan data hasil penelitian lihat Tabel 3, dapat dilihat bahwa pada kisaran suhu 100–110°C makin tinggi suhu maka makin rendah kadar abunya. Hal ini berarti makin tinggi suhu maka makin baik mutu kitosan, karena kadar mineral yang terkandung dalam kitosan makin rendah. Pada suhu di atas 110°C terlihat bahwa kadar abu semakin tinggi, walaupun perubahan yang terjadi tidak terlalu signifikan. Berdasarkan tabel kualitas standar kitosan untuk kadar abu nilai komersialnya kurang dari 2%.

Tabel 3. Pengaruh Suhu Deasetilasi terhadap Kadar Abu dan Viskositas Larutan Kitosan

Suhu (°C)	Berat kitosan hasil (gram)	Kadar abu (%)	Viskositas (millipoise)
100	2,5	1,40	170,17
110	2,6	1,06	175,36
120	2,5	1,15	190,69
130	2,5	1,71	194,10
140	2,5	1,57	195,12

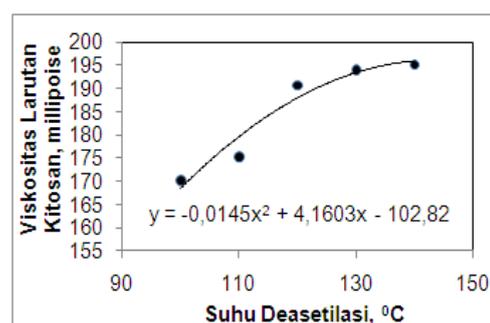
Dari Tabel 3 diperoleh hasil yang baik pada suhu 110°C dengan kadar abu 1,06%. Dari data suhu deasetilasi dan kadar abu kitosan dapat dibuat grafik pada Gambar 6. Hubungan antara suhu deasetilasi (x, °C) dengan kadar abu (y, %) dapat didekati dengan persamaan yang mempunyai kesalahan relatif antara data percobaan terhadap hasil perhitungan yang terkecil sebagai berikut:
 $y = 0,0006x^2 - 0,1419x + 9,1769$ (3)
 Persamaan (3) di atas berlaku untuk suhu deasetilasi sebesar 100°C sampai dengan 140°C.



Gambar 6. Hubungan antara suhu deasetilasi (°C) dengan kadar abu(%)

Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 3, semakin tinggi suhu deasetilasi maka makin tinggi viskositasnya. Hal ini berarti makin tinggi suhu makin baik mutu kitosan. Dari percobaan diperoleh hasil yang baik pada suhu 140°C dengan viskositas 195,12 millipoise. Berdasarkan tabel kualitas standar kitosan untuk nilai viskositas kitosan komersial kurang dari 200 millipoise, jadi kitosan yang dihasilkan pada penelitian ini sudah memenuhi kualitas kitosan komersial. Hubungan suhu deasetilasi (x, °C) dengan viskositas (y, millipoise) dapat dilihat pada Gambar 7 dan dapat didekati persamaan berikut:

$y = -0,0145x^2 + 4,1603x - 102,82$ (4)
 Persamaan di atas berlaku untuk suhu deasetilasi sebesar 100°C sampai dengan suhu 140°C dan diperoleh ralat rata-rata 1,16%.



Gambar 7. Hubungan antara suhu deasetilasi (°C) dan viskositas larutan kitosan (millipoise).

Variabel Volume Pelarut NaOH, untuk mengetahui pengaruh volume pelarut NaOH 40% pada proses deasetilasi terhadap kadar abu dan viskositas untuk mengetahui mutu kitosan, maka dilakukan penelitian dengan memvariasikan volume pelarut NaOH 40%. Kondisi yang dipertahankan tetap, yaitu berat bahan baku awal proses 10 g, suhu proses deasetilasi 110°C, waktu proses deasetilasi 3 jam. Hubungan antara jumlah volume pelarut pada proses deasetilasi dengan berat kitosan hasil tidak bisa digunakan sebagai parameter untuk memvariasikan kadar abu dan viskositas.

Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 4, semakin banyak jumlah

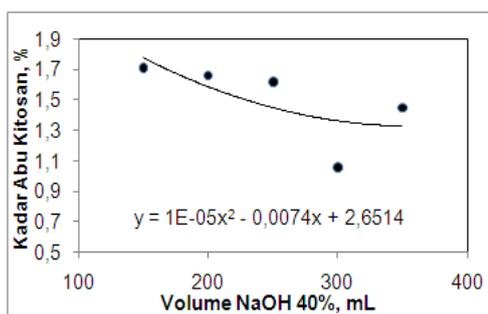
volume pelarut NaOH 40% maka kadar abunya semakin rendah.

Tabel 4. Pengaruh Volume NaOH 40% terhadap Kadar Abu dan Viskositas Larutan Kitosan

Volume pelarut (mL)	Berat kitosan hasil (gram)	Kadar abu (%)	Viskositas (millipoise)
150	2,5	1,71	172,64
200	2,6	1,66	173,32
250	2,5	1,62	176,39
300	2,6	1,06	175,36
350	2,4	1,45	215,54

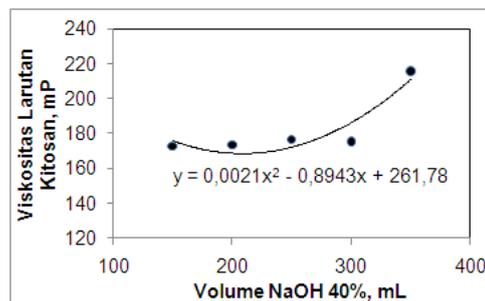
Hal ini berarti makin banyak jumlah volume pelarut maka makin baik mutu kitosan, karena kadar mineral yang terkandung dalam kitosan makin rendah. Berdasarkan tabel kualitas standar mutu kitosan kadar abu nilai komersialnya kurang dari 2%. Dari Tabel 4 dan grafik pada Gambar 8 diperoleh hasil yang baik pada kondisi proses dengan volume pelarut sebanyak 300 mL dengan kadar abu 1,06%. Hubungan antara volume pelarut (x, mL) dengan hasil kadar abu (y, %) yang dinyatakan dengan persamaan matematis sebagai berikut :

$y = 1E-05x^2 - 0,0074x + 2,6514$ (5)
Persamaan diatas berlaku untuk x sebesar 150 sampai dengan x sebesar 300, dan diperoleh ralat rata-rata 11,49%.



Gambar 8. Hubungan volume NaOH 40% (mL) dan kadar abu kitosan (%).

Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 4 dan Gambar 9, semakin banyak volume pelarut NaOH 40% yang digunakan maka viskositas semakin besar.



Gambar 9. Hubungan antara volume NaOH 40% (mL) dan viskositas larutan kitosan (millipoise). Hubungan antara volume pelarut (x, mL) dengan viskositas (y, mP) yang dinyatakan dengan persamaan matematis sebagai berikut :

$y = 0,0021x^2 - 0,8943x + 261,78$ (6)
Persamaan diatas berlaku untuk x sebesar 150 sampai dengan x sebesar 300, diperoleh ralat rata-rata 3,48%. Kitosan yang mempunyai viskositas paling besar pada variabel volume pelarut diperoleh viskositas 215,54 millipoise dengan volume pelarut NaOH 40% sebesar 350 mL.

Variabel Konsentrasi NaOH, untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH pada saat proses deasetilasi terhadap kadar abu dan viskositas untuk mengetahui mutu kitosan, maka dilakukan penelitian dengan memvariasikan konsentrasi larutan NaOH. Kondisi yang dipertahankan konstan adalah berat bahan baku awal proses 10gr, volume pelarut proses deasetilasi 300 mL, waktu proses deasetilasi 3 jam, dan suhu proses deasetilasi 110°C. Hasil yang diperoleh tercantum pada Tabel 5.

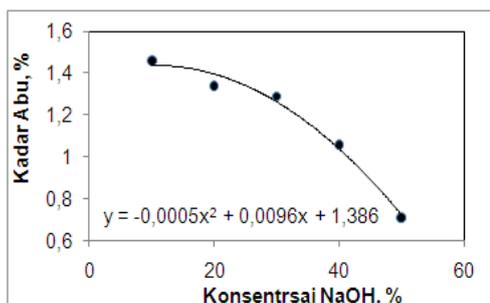
Tabel 5. Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Kadar Abu dan Viskositas Larutan Kitosan

Kons. NaOH (%)	Berat kitosan hasil (gram)	Kadar abu (%)	Viskositas (millipoise)
10	2,6	1,46	169,24
20	2,6	1,34	172,99
30	2,9	1,29	173,50
40	2,6	1,06	175,36
50	3	0,71	257,09

Berat kitosan hasil berkisar antara 2,6gr sampai 3gr, berat kitosan hasil tidak bisa digunakan sebagai parameter

mutu kitosan karena tidak berpengaruh terhadap kadar abu maupun viskositas.

Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 5 dan Gambar 9, semakin tinggi konsentrasi NaOH maka makin rendah kadar abunya.



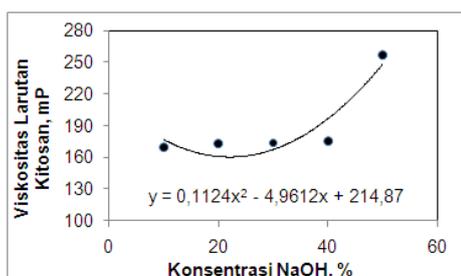
Gambar 9. Hubungan antara konsentrasi NaOH (%) dengan kadar abu (%).

Hal ini berarti makin tinggi konsentrasi NaOH maka makin baik mutu kitosan, karena kadar mineral yang terkandung dalam kitosan makin rendah. Berdasarkan tabel kualitas standar kitosan untuk kadar abu nilai komersialnya kurang dari 2%.

Dari Tabel 5 diperoleh hasil yang baik pada konsentrasi NaOH 50% dengan kadar abu 0,71%. Hubungan antara konsentrasi NaOH (x, %) dengan kadar abu (y, %) dapat didekati persamaan berikut:

$$y = -0,0005x^2 + 0,0096x + 1,386 \dots (7)$$

Persamaan di atas berlaku untuk konsentrasi NaOH sebesar 10% sampai dengan konsentrasi NaOH sebesar 50%, dengan ralat rata-rata 6,32%. Sedangkan hubungan antara konsentrasi larutan NaOH yang digunakan sebagai pelarut dalam deasetilasi dan viskositas larutan kitosan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan antara konsentrasi larutan NaOH (%) dengan viskositas larutan kitosan (millipoise).

Pada Tabel 5 dan Gambar 10 dapat dilihat, makin tinggi konsentrasi NaOH maka makin tinggi viskositasnya. Hal ini berarti makin tinggi konsentrasi NaOH makin baik mutu kitosan. Berdasarkan tabel kualitas standar kitosan untuk viskositas nilai komersialnya yang terendah kurang dari 200 millipoise. Dari Tabel 5 diperoleh hasil yang baik pada konsentrasi NaOH 50% dengan viskositas 257,09 millipoise.

Hubungan konsentrasi NaOH (x, %) dengan viskositas (y, millipoise) dapat didekati persamaan berikut:

$$y = 0,1124x^2 - 4,9612x + 214,87 \dots (8)$$

Persamaan (8) berlaku untuk konsentrasi NaOH sebesar 10 sampai dengan konsentrasi NaOH sebesar 50%, dengan ralat rata-rata 6,12%.

Secara umum, untuk keperluan pengawetan makanan dengan cara pelapisan (*coating*) diinginkan kitosan dengan karakteristik viskositas kategori rendah, yaitu di bawah 200 millipoise. Dari hasil percobaan seperti yang tercantum dalam Tabel 5, apabila dilihat dari parameter kadar abu yang rendah dan viskositas di bawah 200 millipoise, maka kitosan yang baik yaitu dihasilkan dari proses dengan konsentrasi NaOH 40%.

Uji aplikasi kitosan pada buah tomat dan buah anggur, uji keawetan buah tomat dan buah anggur tanpa bahan pengawet maupun dengan penambahan bahan pengawet, yang dilakukan dengan penambahan larutan dari asam asetat 1% maupun dengan penambahan bahan pengawet kitosan yang dilarutkan dalam asam asetat 1% dengan perbandingan tertentu diamati setiap hari. Uji aplikasi kitosan tersebut dilakukan dengan mengamati ada tidaknya perubahan fisik pada buah tomat dari kondisi dengan penampakan baik (masih segar), kurang baik (mulai lunak, lunak) dan sampai penampakan sudah tidak baik lagi (rusak dan membusuk). Pengamatan dilakukan setiap hari dari kondisi segar sebagai titik awal (nol hari) sampai buah tomat ada yang membusuk (delapan hari). Hasil pengamatan uji keawetan buah tomat tercantum dalam Tabel 6.

Dari hasil uji aplikasi kitosan pada buah tomat pada Tabel 6, dapat diketahui bahwa buah tomat segar (tanpa bahan pengawet) dapat bertahan dalam kondisi penampakan baik selama empat

hari, buah tomat dengan bahan pengawet asam asetat 1% dapat bertahan dalam kondisi penampakan baik selama lima hari, dan buah tomat dengan bahan pengawet kitosan yang dilarutkan dalam asam asetat 1% dapat bertahan dalam keadaan kondisi penampakan baik selama enam hari.

Tabel 6. Uji Keawetan Buah Tomat

Ha	Kondisi Buah tanpa bahan pengawet	Kondisi Buah dengan bahan pengawet Asam Kitosan dilarutkan dalam asam asetat 1%	
0	Baik	Baik	Baik
1	Baik	Baik	Baik
2	Baik	Baik	Baik
3	Baik	Baik	Baik
4	Baik	Baik	Baik
5	Lunak	Baik	Baik
6	Mulai lunak	Mulai lunak	Baik
7	Mengkerut	Lunak	Mulai lunak
8	Membusuk	Mengkerut	Lunak

Buah tomat tanpa pengawet dalam kondisi penampakan kurang baik (mulai lunak dan lunak) pada hari kelima dan keenam dan penampakan sudah tidak baik lagi (mengkerut dan membusuk) pada hari ketujuh dan kedelapan. Buah tomat dengan bahan pengawet asam asetat 1% dalam kondisi penampakan kurang baik (mulai lunak dan lunak) pada hari keenam dan ketujuh dan penampakan yang sudah tidak baik lagi (mengkerut dan membusuk) pada hari kedelapan. Buah tomat dengan bahan pengawet kitosan yang dilarutkan dalam asam asetat 1% dalam kondisi penampakan kurang baik (mulai lunak dan lunak) pada hari ketujuh dan kedelapan.

Tomat dengan pengawet kitosan yang dilarutkan dengan asam asetat 1% lebih tahan lama dari buah tomat tanpa pengawet dan buah tomat dengan pengawet asam asetat 1%. Hal ini dikarenakan keefektifan kitosan dalam menghambat pertumbuhan bakteri dan kitosan memiliki fungsi melapisi sehingga oksigen yang tidak bisa masuk sehingga memperlambat pembusukan. Hasil uji keawetan dari buah anggur tanpa bahan pengawetan dan buah anggur dengan pengawet asam asetat 1% serta dengan pengawet larutan kitosan terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji Keawetan Buah Anggur

Ha	Kondisi Buah tanpa bahan pengawet	Kondisi Buah dengan bahan pengawet Asam Kitosan dilarutkan dalam asam asetat 1%	
0	Baik	Baik	Baik
1	Baik	Baik	Baik
2	Baik	Baik	Baik
3	Baik	Baik	Baik
4	Mulai lunak	Mulai lunak	Baik
5	Lunak	Lunak	Baik
6	Lunak	Lunak dan mengkerut	Baik
7	Lunak dan mengkerut	Lunak dan mengkerut	Baik
8	Mengkerut dan busuk	Lunak	Mulai lunak

Dari Tabel 7 hasil uji aplikasi kitosan pada buah anggur, dapat diketahui bahwa buah anggur segar (tanpa bahan pengawet) dapat bertahan dalam kondisi kenampakan baik selama tiga hari, buah anggur dengan bahan pengawet asam asetat dapat bertahan dalam kondisi kenampakan baik selama tiga hari, dan buah anggur dengan bahan pengawet kitosan yang dilarutkan dalam asam asetat 1% dapat bertahan dalam keadaan kondisi kenampakan baik selama tujuh hari.

Buah anggur tanpa pengawet dalam kondisi kenampakan kurang baik (mulai lunak dan lunak) pada hari keempat, kelima, dan keenam dan kenampakan sudah tidak baik lagi (mengkerut dan busuk) pada hari ketujuh dan kedelapan. Buah anggur dengan bahan pengawet asam asetat dalam kondisi kenampakan kurang baik (mulai lunak dan lunak) pada hari keempat, kelima, dan keenam dan kenampakan yang sudah tidak baik lagi (mengkerut dan membusuk) pada hari ketujuh dan kedelapan. Maka buah anggur dengan bahan dari pengawet kitosan yang dilarutkan dalam asam asetat 1% dalam kondisi kenampakan kurang baik (mulai lunak dan lunak) pada hari kedelapan.

Anggur dengan pengawet kitosan yang dilarutkan dengan asam asetat 1% lebih tahan lama dari anggur tanpa pengawet dan anggur dengan pengawet asam asetat. Hal ini dikarenakan keefektifan kitosan dalam menghambat pertumbuhan bakteri dan kitosan berfungsi melapisi, sehingga transfer aroma produk keluar dihambat

karena seperti dibungkus plastik, pengaruh dari luar juga di-ambat hingga tidak merusak.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa Limbah udang yang berupa kepala, kulit, dan ekor berpotensi untuk diolah menjadi produk yang disebut kitosan. Proses deasetilasi variabel waktu (1–3 jam), diperoleh hasil makin lama waktu semakin rendah kadar abu dan semakin tinggi viskositasnya yang berarti makin lama waktu semakin baik mutu kitosan. Proses deasetilasi variabel suhu (100–140°C), secara umum diperoleh hasil makin tinggi suhu semakin rendah kadar abu dan semakin tinggi viskositasnya yang berarti makin tinggi suhu semakin baik mutu kitosan.

Proses deasetilasi variabel volume pelarut NaOH 40% (100–300mL), diperoleh hasil makin banyak volume pelarut semakin rendah kadar abu dan semakin tinggi viskositasnya yang berarti makin banyak volume pelarut semakin baik mutu kitosan. Proses deasetilasi dengan variasi konsentrasi NaOH (10–50%) dengan volume 300 mL, diperoleh hasil makin tinggi konsentrasi NaOH semakin rendah kadar abu dan semakin tinggi viskositasnya yang berarti makin tinggi konsentrasi NaOH semakin baik mutu kitosan.

Pada proses deasetilasi diperoleh hasil kitosan dengan mutu yang baik yaitu yang mempunyai kadar abu dan viskositas yang optimal masing-masing 1,06% dan 175,36 millipoise diperoleh pada waktu proses 3 jam, suhu 110°C, volume pelarut 300 mL, dan konsentrasi NaOH 40%. Pengujian kitosan pada buah tomat dan anggur menunjukkan bahwa anggur yang dicelupkan beberapa saat ke dalam kitosan yang telah dilarutkan dalam asam asetat 1% dapat bertahan dalam kondisi kenampakan baik lebih lama empat hari dibandingkan buah anggur tanpa bahan pengawet dan buah anggur yang hanya dicelupkan ke larutan asam asetat 1%.

DAFTAR PUSTAKA

Fernandez-Kim, S.-O, 2004, "Physico-chemical and Functional Proper-

- ties of Crawfish Chitosan as Affected by Different Processing Protocols", A Thesis in Department of Food Science, Seoul National University.
- Hartati, F.K., Susanto, T, Rakhmadioni, S dan Loekito, A.S., 2002, "Faktor-faktor yang Berpengaruh terhadap Tahap Deproteinasi menggunakan Enzim Protease dalam Pembuatan Kitin dari Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*)", Biosain, Vol. 2(1), pp. 68 – 77.
- Hirano, S., 1986, "Chitin and Kitosan", Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Republica of Germany. 5th ed. A 6: 231 – 232.
- Marganof, Tarumingkeng, R.C., dan Coto, Z., 2003, "Potensi Limbah Udang Sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan", Makalah Pribadi Pengantar Ke Falsafah Sains, Institut Pertanian Bogor, Bogor, hal. 1 – 9.
- Nadarajah, K., 2005, "Development and Characterization of Antimicrobial Edible Film from Crawfish Chitosan", Dissertation in Department of Food Science, University of Peradeniya.
- Rinaudo, M., 2006, "Chitin and Chitosan: Properties and Applications", Prog. Polym. Sci., 31: 603 – 32.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 1984, "Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian", ed.3", Liberty, Yogyakarta.
- Tokura, S. and Nishi, N., 1995, "Specification and Characterization of Kitin and Kitosan", pp. 67 – 78, Collection of Working Papers 28, Univesiti Kebangsaan Malaysia.
- Widodo, A., Mardiah, dan Prasetyo, A., 2003, "Potensi Kitosan dari Sisa Udang sebagai Koagulan Logam Berat Limbah Cair Industri", Jurnal Jurusan Teknik Kimia ITS.
- Yoshida, C.M.P., Junior, E.N.O., and Franco, T.T., 2009, "Chitosan Tailor-Made Films: The Effects of Additives on Barrier and Mechanical Properties", Packaging Technology and Science, 22, 161 – 170.