

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI KITIN YANG TERKANDUNG DALAM EKSOSELETON
KUMBANG TANDUK *RHINOCEROS BEETLE* (*Xylotrupes gideon* L)
DAN KUTU BERAS (*Sitophilus oryzae* L)**

Komariah¹, Luki Astuti²

Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti

Jl. Kyai Tapa 260 Grogol Jakarta Barat

Telp: (021) 5672731 ext.1708

Email: sakfarna@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi kitin hasil preparasi dari eksoskeleton kumbang tanduk *Rhinoceros Beetle* (*Xylotrupes gideon* L) dan kutu beras (*Sitophilus oryzae*). Penelitian terbagi menjadi penelitian pendahuluan yaitu preparasi dan uji proksimat, dan penelitian utama yang terdiri dari proses pembuatan dan karakterisasi kitin. Proses pembuatan kitin diawali dengan uji demineralisasi (HCL 1 N, 90°C), deproteinisasi (NaOH 3 N, 90°C), dan dekalorisasi (NaOCl 4%, suhu kamar). Karakterisasi meliputi tekstur, rendemen, kelarutan, kadar air, kadar abu, kadar nitrogen, kadar mineral dan derajat deasetilasi. Kadar abu dan kadar air ditentukan dengan gravimetri, kadar protein dengan kjedahl. Uji Kelarutan dengan asam asetat 2%, kadar mineral dengan spektrofotometer, sedangkan derajat deasetilasi dianalisis dengan menggunakan *First Derivative Ultra Violet Spektrofotometry*. Berdasarkan hasil perhitungan memperlihatkan karakteristik kitin dari eksoskeleton *Rhinoceros Beetle* (*Xylotrupes gideon*) menghasilkan kadar abu 0,98%, kadar air 8,37%, kadar nitrogen 3,02%, derajat deasetilasi 44,84%. Karakteristik kitin dari eksoskeleton *Sitophilus oryzae* menghasilkan kadar abu 2,00%, kadar air 8,00%, kadar nitrogen 3,57%, derajat deasetilasi 28,60 %. Kitin dari kedua sampel tidak larut dalam asam asetat 2%, berwarna putih dan tidak berbau. Hasil yang diperoleh sesuai dengan kriteria mutu kitin.

Kata Kunci: kitin, kadar air, kadar abu, kadar nitrogen, kelarutan dan derajat deasetilasi.

PENDAHULUAN

Serangga merupakan golongan binatang yang terbesar, kira-kira 75 % dari jumlah mahluk yang hidup. Serangga ada yang menguntungkan tetapi banyak yang sangat merugikan karena merusak tanaman dan menyebarkan penyakit pada manusia dan binatang ternak (Ridwanti,2002). Berdasarkan dua kepentingan yang saling bertolak belakang, maka diupayakan cara untuk mengendalikan serangga agar kerugiannya dapat dimanfaatkan oleh manusia. Salah satu serangga yang merugikan manusia adalah kumbang kelapa *Rhinoceros Beetle* (*Xylotrupes gideon* L) merusak pucuk tanaman kelapa (Warisno,2003) dan kumbang beras *Sitophilus oryzae* L salah satu hama pengganggu hasil panen seperti padi, beras, jagung, ubi jalar, dan kacang hijau (Sukandar dkk, 2008).

Xylotrupes gideon dan *Sitophilus oryzae* merupakan serangga yang banyak ditemukan di asia tenggara termasuk di Indonesia. Salah satu alternatif upaya pemanfaatan serangga yang merugikan menjadi suatu produk yang bernilai ekonomis tinggi adalah pengolahan menjadi kitin dan kitosan.

Kitin adalah biopolimer tersusun oleh unit-unit Nasetil-D-glukosamin berikatan β (1-4) yang paling banyak dijumpai di alam setelah selulosa. Secara umum kitin merupakan bahan organik utama yang banyak terdapat di eksoskeleton atau kurtikula pada kelompok hewan krustaceae, serangga, fungi, dan moluska (Kusumaningsih,2004).

Di alam kitin merupakan senyawa yang tidak berdiri sendiri tetapi bergabung dengan senyawa lain seperti protein, mineral dan pigmen.

Kitin membentuk kristal berwarna putih, tidak berasa, tidak berbau dan tidak dapat larut dalam air (Rahayu dan Purnavita 2007), pelarut organik seperti alkohol, aseton, heksan dan dalam basa encer dan pekat. Kitin dapat larut dalam asam mineral pekat, misalnya HCl, HNO₃ dan H₂SO₄ (Savitri dkk, 2010).

Kitin memiliki kombinasi sifat khas seperti bioaktivitas, biodegradabilitas dan sifat liat, sehingga merupakan jenis polimer yang menarik dan dapat dimanfaatkan diberbagai bidang industri, misalnya bidang pangan, pertanian, mikrobiologi, penanganan air limbah, industri-industri kertas, tekstil, kosmetika dan lain-lain (Savitha and Timothy, 1997).

Kitin secara alami tidak memiliki tingkat asetilasi yang lengkap, Kitin biasanya mempunyai derajat deasetilasi kurang dari 10% (Hartati, F.K., dkk, 2002). Penggunaan kitin dibatasi oleh sifat-sifat yang tidak larut dan sulit dipisahkan dengan bahan lain yang terikat terutama protein, sehingga untuk pemanfaatannya kitin perlu diubah terlebih dahulu menjadi kitosan (Hendri 2008).



Secara umum proses pembuatan kitin meliputi tiga tahap; yaitu demineralisasi bertujuan untuk mengurangi kadar mineral dengan menggunakan asam konsentrasi rendah dengan pemanasan yang cukup, deproteinasi bermaksud untuk mengurangi kadar protein dengan menggunakan larutan basa encer dan pemanasan yang cukup, sedangkan proses dekalorisasi bertujuan untuk menghilangkan warna pada sampel (Restuati, 2008)

Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan serangga pengganggu seperti *Rhinoceros Beetle* (*Xylotrupes gideon*) dan *Sitophilus oryzae* agar kerugiannya dapat dimanfaatkan, seperti mengubah eksoskeleton serangga menjadi kitin dan mengkarakterisasi kitin yang diperoleh secara fisiokimia. Mencari sumber biomaterial alam lain, dalam menghasilkan kitin, sehingga lebih banyak kitin yang dapat ditransformasi menjadi kitosan yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan adalah sampel kumbang kelapa *Rhinoceros Beetle* (*Xylotrupes gideon* L) dan kumbang beras *Sitophilus oryzae* yang berasal dari Kecamatan Dramaga, Bogor Barat. Bahan kimia; Natrium hidroksida (Merck), asam klorida (Merck), asam asetat (Merck), natrium hipoklorit, H₂O₂, pH universal, H₂SO₄, HNO₃, HClO₄ dan Aquades. Peralatan yang digunakan meliputi alat preparasi, alat proses dan alat analisis, yang terdiri dari wadah-wadah plastik dan gelas, kompor listrik, oven, saringan kain, alat timbang, thermometer, *spektrofotometer first derivative*, AAS Shimadzu AA-68, desikator, hotplate, spektrofotometer LW-200 series dan tanur.

Penelitian ini merupakan eksperimen laboratorium (*Risearch Laboratory*) dengan mengkarakterisasi kitin yang berasal dari kumbang tanduk (*Xylotrupes gideon*) dan kutu beras (*Sitophilus oryzae*). Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, pertama penelitian pendahuluan mencakup preparasi bahan baku *Xylotrupes gideon* dan *Sitophilus oryzae* dan penelitian utama meliputi proses pembuatan kitin dan analisis karakterisasi kitin, mencakup, rendemen, tekstur, kadar air, kadar abu, kadar nitrogen, derajat deasetilasi, ketidaklarutan, pH, dan kandungan mineral.

Penelitian Pendahuluan

Tahap pertama merupakan tahap preparasi sampel meliputi pengambilan, pembersihan, pengeringan, penghancuran sampel dan analisis proksimat.

Penelitian Utama

Tahap berikutnya merupakan proses pembuatan dan karakterisasi kitin meliputi:

Demineralisasi

Penghilangan mineral dilakukan pada suhu 90°C, menggunakan larutan HCl 1N dengan perbandingan sampel dan larutan HCl = 1:7 (gram serbuk/ml HCl), sambil diaduk selama 60 menit. Kemudian disaring, endapan diambil sedangkan filtrat dilakukan uji mineral.

Pencucian dan pengeringan

Pencucian endapan dilakukan dengan menggunakan aquades sampai pH netral. Selanjutnya disaring untuk diambil endapannya dan dikeringkan dalam oven suhu 50-60°C selama 24 jam dan dilakukan penimbangan berat sampel.

Deproteinasi

Penghilangan protein dilakukan pada suhu 90°C dengan menggunakan larutan NaOH 3 N dengan perbandingan sampel dan larutan NaOH = 1:10 (gr serbuk/ml NaOH) sambil diaduk selama 60 menit.

Pencucian dan pengeringan

Pencucian endapan dilakukan dengan menggunakan aquadest sampai pH netral. Selanjutnya disaring untuk diambil endapannya dan dikeringkan dalam oven suhu 50-60°C selama 24 jam dan dilakukan penimbangan berat sampel.

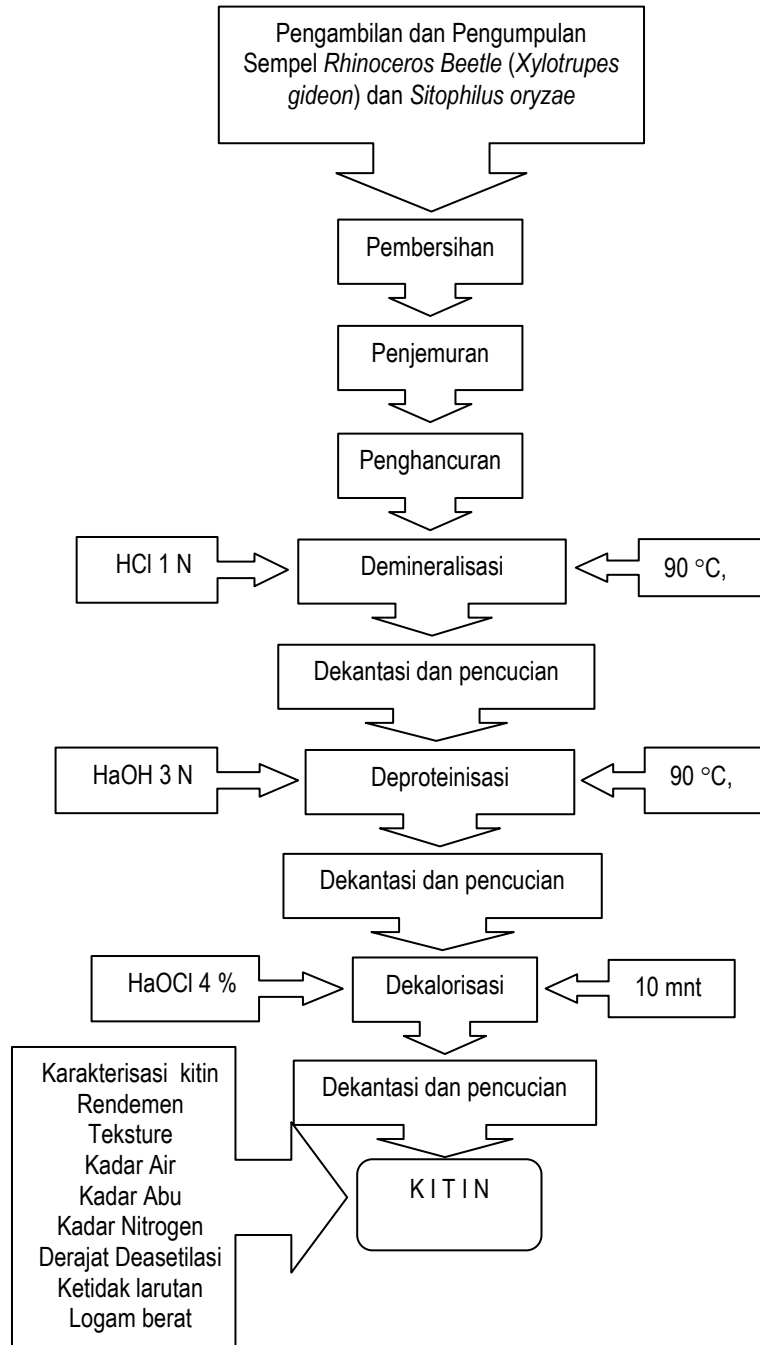
Penghilangan warna

Endapan hasil deproteinasi dilakukan dekalorisasi dengan larutan NaOCl 4 %, selama 10 menit pada suhu kamar. Perbandingan sampel dan larutan NaOCl 1:10 (w/v).



Pencucian dan pengeringan

Pencucian endapan dilakukan dengan menggunakan aquades sampai pH netral. Kemudian disaring, dan endapan dikeringkan dengan oven suhu 50-60 °C selama 24 jam dan dilakukan penimbangan.



Gambar 1. Proses Isolasi Kitin dari Kumbang Tanduk dan Kutu Beras (Rochima 2005)

Karakterisasi Kitin

Rendemen

Rendemen kitin dihitung berdasarkan perbandingan antara berat kitin dengan berat awal sampel rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat kitin}}{\text{Berat sampel awal}} \times 100\%$$



Kelarutan

Kitin 1 gram dilarutkan dalam asam asetat 2% sebanyak 50 ml, dimasukkan dlm beaker glass dan di stirer. Persentase kelarutan kitin ditunjukkan dengan kitin yang tersisa dibandingkan dengan kitin awal .

Kadar Air

Kitin sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah diketahui bobotnya, kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 102-105°C sampai terjadi pengeringan. Selanjutnya cawan dipindahkan ke dalam desikator untuk didinginkan, setelah dingin cawan ditimbang. Kadar air diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat sampel awal} - \text{Berat sampel akhir}}{\text{Berat sampel awal}} \times 100\%$$

Kadar Abu

Prinsip analisis kadar abu adalah menghitung berat mineral hasil pembakaran bahan organik pada suhu sekitar 550 °C, sebelum dimasukkan ke dalam furnace. Sampel terlebih dahulu dipanaskan sampai terjadi pengabuan dengan kadar air minimum. Pemanasan sampel dalam tungku pengabuan bersuhu 550 °C berlangsung selama 1-2 jam sampai diperoleh abu berwarna putih, kemudian cawan dikeluarkan dalam furnace dan dimasukkan ke dalam desikator, setelah dingin dilakukan penimbangan, perlakuan diulang sampai diperoleh bobot konstan, kadar abu dihitung melalui rumus berikut:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Berat abu dalam gram}}{\text{Berat sampel awal dalam gram}} \times 100\%$$

Kadar Nitrogen

Sampel diproses dengan metode Kjeldahl diawali dengan tahap destruksi (1gr sampel/100 ml H₂SO₄, dilanjutkan tahap destilasi: hasil destruksi + akuades hingga 100 ml air. Sebanyak 50 ml sampel ditambahkan 2-3 tetes larutan Nessler, dikocok dan dibiarkan ±10 menit. Uji dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm dengan blanko larutan Nessler dan akuades. Perhitungan kadar Nitrogen sebagai berikut :

$$\text{Kadar Nitrogen} = \frac{\text{Absorben} \times 1}{\text{Slop}} \times 100\%$$

Derajat Deasetilasi

Kitin sebanyak 0,2 gram digerus dengan KBr dalam mortar sampai homogen, kemudian dimasukkan dalam cetakan pelet, dengan dipadatkan dan divakum sampai optimum, selanjutnya pelet ditempatkan dalam sel dan dimasukkan ke dalam tempat sel pada spektrofotometer inframerah IR-408 yang sudah dinyalakan dan stabil, kemudian tekan tombol pendeteksi, akan muncul histogram FTIR pada rekorder yang memunculkan puncak-puncak dari gugus fungsi yang terdapat pada sampel kitin. Histogram yang diperoleh dapat digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif seperti analisis derajat deasetilasi dari kitin.

Pengukuran derajat deasetilasi berdasarkan kurva yang tergambar oleh spektrofotometer. Puncak tertinggi (P_o) dan puncak terendah (P) dicatat dan diukur dengan garis dasar yang dipilih. Nisbah absorbansi dihitung dengan rumus:

$$A = \frac{\text{Log } P_o}{P}$$



Keterangan:

P_o = Jarak garis dasar dengan garis singgung antara dua puncak tertinggi dengan panjang gelombang $1,655 \text{ cm}^{-1}$ atau $3,450 \text{ cm}^{-1}$

P = Jarak antara garis dasar dengan lembah terendah dengan panjang gelombang $1,655 \text{ cm}^{-1}$ atau $3,450 \text{ cm}^{-1}$

Perbandingan absorbansi pada $1,655 \text{ cm}^{-1}$ dengan absorbansi $3,450 \text{ cm}^{-1}$ digandakan satu per standar N-deasetilasi kitin (1,33). Dengan mengukur absorbansi pada puncak yang berhubungan, nilai persen N-deasetilasi dapat dihitung dengan rumus :

$$\%N\text{-deasetilasi} = \left[1 - \left[\frac{A_{1,655}}{A_{3,450}} \times \frac{1}{1,33} \right] \right]$$

Keterangan :

$A_{1,655}$ = Absorbansi pada panjang gelombang $1,655 \text{ cm}^{-1}$

$A_{3,450}$ = Absorbansi pada panjang gelombang $3,450 \text{ cm}^{-1}$

1,33 = Konstanta untuk derajat deasetilasi yang sempurna

Logam Berat Pb

Kitin yang telah dikeringkan dalam oven pada suhu $50\text{-}60^\circ\text{C}$ selama 24 jam, ditimbang dan dipreparasi. 1 gram sampel ditambahkan 5 ml dengan HNO_3 didiamkan selama 1 jam pada suhu ruang di dalam ruang asam. Dipanaskan diatas hot plate dengan temperatur rendah selama 4-6 jam (masih dalam ruang asam). Dibiarkan semalam kemudian baca dengan AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Pendahuluan

Data analisis pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil menunjukkan kadar air kumbang tanduk berkisar 6,89% sedangkan kutu beras memiliki kandungan air 13,29%, hal ini dikarenakan sampel kumbang mengalami penjemuran yang lebih lama dibandingkan dengan kutu beras. Kadar nitrogen kumbang sebesar 35,95% dan kutu beras 29,41%. Kadar abu kumbang sebesar 2,65% dan kutu 4,88%, kadar abu menunjukkan kandungan mineral di sampel yang di uji. Kadar karbohidrat *by difference* pada kumbang sebesar 48,32% dan kutu 48,02%. Bila kadar kitin yang merupakan bahan awal pembuatan kitosan diperoleh dari persentase polisakaridanya, maka diperoleh kadar kitin pada kumbang 48,32% dan kutu 48,02%. Nilai ini ternyata lebih besar dari hasil penelitian Suptijah (2011) pada udang windu hanya diperoleh sekitar 26,2%, dan 35,68% (Sanusi,2004), sedangkan rajungan sebesar 20,81% (Rahayu dan Purnavita,2007), dan 37,40% (Rochima,2004).

Tabel 1. Hasil Analisis Prosimat

| Jenis Serangga | Parameter Uji | | | | |
|----------------|---------------|---------------|-------------------|-----------------|-------------------------------------|
| | Kadar Air (%) | Kadar Abu (%) | Kadar Protein (%) | Kadar Lemak (%) | Kadar Karbohidrat By Difference (%) |
| Kumbang Tanduk | 6,84 | 2,65 | 35,59 | 10,8 | 48,32 |
| Kutu Beras | 12,19 | 4,88 | 29,41 | 5,50 | 48,02 |
| Udang | 10 | 32 | 30 | 1,8 | 26,2 |
| Rajungan | 5,48 | 42,61 | 10,43 | 2,08 | 37,40 |

Hasil Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan untuk mengisolasi kitin dari kumbang tanduk dan kutu beras melalui proses demineralisasi menggunakan asam klorida dan deproteinasi menggunakan natrium hidroksida dengan pemanasan tinggi. Rendemen hasil proses demineralisasi pada kumbang tanduk sebesar 71%, sedangkan kutu beras sebesar 52% . Pada proses demineralisasi, mineral yang terkandung akan dipisahkan sebagai filtrat. Filtrat hasil proses demineralisasi mengandung magnesium, kalium, natrium, kalsium, phosphor, besi dan Seng dengan konsentrasi tertentu.



Deproteinasi bertujuan untuk memutuskan ikatan antara protein dan kitin, dengan cara menambahkan natrium hidroksida. Rendemen setelah dideproteinasi pada kumbang tanduk sebesar 47%, sedangkan kutu beras sebesar 32%. Rendemen hasil deproteinasi merupakan rendemen kitin. Kandungan kitin kumbang tanduk menunjukkan nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan tepung kitin kutu beras, selain itu kitin yang terdapat pada kumbang tanduk lebih besar dari kitin pada rajungan sebesar 32% (Rochima,2004).

Tekstur kitin pada kumbang tanduk dan kutu beras berwarna putih. Untuk uji kelarutan memperlihatkan hanya sedikit yang larut dalam asam asetat 2% (< 90%).

Kitin adalah polisakarida yang sangat sukar dilarutkan pada pH netral seperti air sehingga pelarutan dilakukan dalam suasana asam atau basa. Kitin secara alami berbentuk kristal yang mengandung rantai-rantai polimer berkerapatan tinggi yang terikat satu sama lain dengan ikatan hidrogen yang sangat kuat. Kitin bersifat mudah mengalami degradasi secara biologis dan tidak beracun (Ornum, 1992 dalam Rochima, 2007).

Kelarutan berhubungan erat dengan derajat deasetilasi. Deasetilasi akan memotong gugus asetil pada kitin, menyisakan gugus amina. Adanya H pada amina memudahkan interaksi dengan air melalui ikatan hidrogen. Tetapi kitin maupun kitosan tidak dapat larut hanya dalam air, kecuali dengan substitusi. Adanya gugus karboksil dalam asam asetat akan memudahkan pelarutan kitin dan kitosan karena terjadinya interaksi hidrogen antara gugus karboksil dengan gugus amina dari keduanya (Dunn *et al*, 1997).

Kadar air dan kadar abu pada kumbang tanduk dan kutu beras yang terdapat pada pada table 3, masih dalam spesifikasi mutu kitin yaitu di bawah <10% untuk kadar air dan <2,5% untuk kadar abu. Kadar nitrogen memperlihatkan nilai yang melebihi spesifikasi mutu kitin berdasarkan Subasinghe (1999), yaitu >1%. Pada Kumbang tanduk 3,02% dan kutu beras sebesar 3,57%.

Menurut Savitri (2010), menyatakan bahwa bahan dengan kandungan total nitrogen kurang dari 7% maka polimer disebut kitin dan apabila total nitrogennya lebih dari 7% maka disebut kitosan.

Tabel 2. Perbandingan Spesifikasi Mutu Kitin dan Hasil Analisis Karakterisasi Kitin pada Kumbang Tanduk dan Kutu Beras

| Spesifikasi Mutu | Subasinghe (1999) | Kumbang Tanduk | Kutu beras |
|---------------------|---------------------------|----------------|----------------|
| Penampakan | Serpihan putih/kekuningan | Serpihan putih | Serpihan putih |
| Kadar air | < 10% | 8,37% | 8,00% |
| Kadar abu | < 2,5% | 0,98% | 2,00% |
| Kadar Nitrogen | < 1% | 3,02% | 3,57% |
| Derajat Deasetilasi | < 70 % | 44,84% | 28,60% |
| Ketidak larutan | > 90% | > 90% | > 90% |
| Logam berat | | | |
| Arsenik (As) | < 10 ppm | < 10 ppm | < 10 ppm |
| Timbal (Pb) | < 10 ppm | < 10 ppm | < 10 ppm |
| pH | 7-9 | 7 | 7 |

Derajat deasetilasi adalah suatu parameter mutu kitin dan kitosan yang menunjukkan persentase gugus asetil yang dapat dihilangkan dari rendemen kitin. Semakin tinggi derajat deasetilasi kitin, maka gugus asetil semakin rendah sehingga interaksi antar ion dan ikatan hidrogennya akan semakin kuat (Knoor, 1982).

Berdasarkan tabel di atas nampak bahwa derajat deasetilasi kitin pada kumbang tanduk sebesar 44,84% dan kutu beras 28,60%. Nilai derajat deasetilasi sesuai dengan spesifikasi mutu kitin yang menunjukkan derajat deasetilasi sekitar di bawah 70% (Subasinghe,1999). Nilai deasetilasi yang rendah, menunjukkan bahwa gugus asetil yang masih cukup besar pada rantai polimernya. Proses demineralisasi dan deproteinasi yang dilakukan terhadap kitin ternyata belum mampu menghilangkan gugus asetil, sehingga harus dilanjutkan dengan proses deasetilasi untuk memperoleh penghilangan gugus asetil yang tinggi.

KESIMPULAN

1. Hasil penelitian memperlihatkan jumlah kitin yang cukup besar pada kumbang tanduk yaitu 47% dan kutu beras sebesar 32%



2. Kumbang tanduk memperlihatkan kadar air, kadar abu, kadar nitrogen dan Derajat deasetilasi berturut-turut sebesar, 8,37%, 0,98%, 3,02% dan 44,84%, dengan tekstur putih dan kelarutan < dari 90%.
3. Kutu beras memperlihatkan kadar air, kadar abu, kadar nitrogen dan Derajat deasetilasi berturut-turut sebesar, 8,00%, 2,00%, 3,57% dan 28,60%, dengan tekstur putih dan kelarutan < dari 90%.
4. Karakteristik mutu kitin pada kumbang tanduk dan kutu beras sesuai dengan spesifikasi mutu kitin.

SARAN

1. Mengingat banyaknya manfaat kitin kitosan dalam bidang industri dan masih terbatasnya pembuatan kitin kitosan dari hewan laut, maka dari hasil penelitian yang diperoleh, dapat digunakan sebagai sumber alternatif pembuatan kitin kitosan.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang transformasi kitin menjadi kitosan dengan variasi konsentarsi NaOH yang digunakan dalam proses deasetilasi pada kumbang tanduk dan kutu beras.

DAFTAR PUSTAKA

- Dunn, E.T., Grandmaison, E.W, Goosen, M.F.A. (1997). Application and Properties of Chitosan. *Technomic Pub, Basel*, p 3-30.
- Hartati, F.K., dkk., (2002). Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Tahap Deproteinasi Menggunakan Enzim Protease Dalam Kitin Dari Cangkang Rajungan (*Portunus Pelagicus*), *Biosain*, 2
- Hendri J. 2008. Teknik Deproteinasi Kulit Rajungan (*Portunus pelagicus*) Secara Enzimatis dengan Menggunakan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Lampung*.
- Kusumaningsih T, Masykur, A dan Arief, U. (2004). Pembuatan Kitosan dari Kitin Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*). *Biofarmasi* 2(2),64-68.
- Knorr, D. (1982). Funtion Properties of Chitin and Chitosan. *J Food. Sci* 47:593-595.
- Rahayu, LH dan Purnavita, S, (2007). Optimasi Pembuatan Kitosan dari Kitin Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) Untuk adsorben ion logam merkuri. *Reaktor*, 11 (1), 45-49
- Restuati, M. (2008). Perbandingan Chitosan Kulit Udang dan Kulit Kepiting dalam Menghambat Pertumbuhan Kapang *Aspergillus flavus*. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II*. Universitas Lampung.
- Rochima E. (2005). Aplikasi Kitin Deasetilasi Termostabil dari *Bacillus papandayan K29-14* Asal Kawah Kamojang Jawa Barat Pada Pembuatan Kitosan. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Institute Pertanian Bogor.
- Rochima E. (2007). Karakterisasi Kitin dan Kitosan Asal Limbah Rajungan Cirebon Jawa Barat. *Buletin Teknologi hasil Perikanan*. 10(1) Institute Pertanian Bogor.
- Ridawati, H. (2002) *Taksonomi dan Penyebaran Serangga Pengerek Kayu*. digitized by USU digital library.
- Sanusi M. 2004. Tranformasi Kitin dari Hasil Isolasi Limbah Industri Udang Beku Menjadi Kitosan. *Marina Chimica Acta*, 5 (2): 28-32
- Savitha, V. Dan Timothy, J.S. (1997). Chitosan Membrane Interaction And Their Propable Role in Chitosan-Medicated Transfection, *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 27, 265-267.
- Savitri E, Soeseno N dan Adiarto T. (2010) Sintesis Kitosan, Poli(2-amino-2-deoksi-D-Glukosa), Skala Pilot Project dari Limbah Kulit Udang sebagai bahan baku Alternatif Pembuatan Biopolimer. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. Yogyakarta.
- Subasinghe S. (1999). Chitin from Shellfish Waste; Health, Benefits over Shadowing industrial Uses. *Info Fish International*. No.3: p 58-65.
- Sukandar D, Hermanto S, Nurichawati S. (2007). *Karakterisasi Senyawa Aktif Pengendali Hama Kutu Beras (Sitophilus oryzae L) dari distilat minyak atsiri pandan wang (P.Amaryllifolius Roxb)*. (online). <http://www.foxitsoftware.com>
- Warisno, (2003). *Budidaya Kelapa Genjah*. Jakarta: Penerbit Kanisius.

DISKUSI

-

