

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA VII**"Penguatan Profesi Bidang Kimia dan Pendidikan Kimia
Melalui Riset dan Evaluasi"Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan P.MIPA FKIP UNS
Surakarta, 18 April 2015MAKALAH
PENDAMPING

KIMIA ANALITIK

ISBN :978-602-73159-0-7

SINTESIS KITOSAN DARI CANGKANG KERANG BULU (*Anadara inflata*) SEBAGAI ADSORBEN ION Cu^{2+} **Budi Hastuti^{1,*} dan Nurina Tulus²**¹Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia²Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia**ABSTRAK**

Kerang (Bivalvia) adalah hewan yang termasuk *Phylum Molusca* kelas *Pelecypoda*. Salah satu spesiesnya yakni kerang bulu (*anadara inflata*) merupakan salah satu jenis kerang yang sering dikonsumsi oleh masyarakat sebagai makanan yang sangat kaya akan protein, sehingga apabila limbahnya diolah menjadi kitosan, maka akan menambah daya guna dari kerang bulu. Dalam penelitian ini telah disintesis kitosan dari cangkang kerang bulu (*anadara inflata*) sebagai adsorben ion Cu^{2+} . Penelitian ini bertujuan untuk : 1) Mensintesis kitosan dari limbah cangkang kerang bulu (*Anadara inflata*) melalui tahap deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi, 2) Mengetahui karakteristik fisika dan kimia kitosan yang meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, dan derajat deasetilasi. Metode yang digunakan adalah eksperimen, dengan mensintesis kitosan dari cangkang kerang bulu melalui proses deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Karakterisasi fisika dan kimia kitosan kerang bulu dilakukan dengan rendemen, kadar air, kadar abu, dan FTIR.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) limbah cangkang kerang bulu (*Anadara inflata*) dapat disintesis menjadi kitosan melalui tahap deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. 2) Karakteristik fisika kitosan meliputi kadar air dan kadar abu masing-masing sebesar 2,7% dan 10,3%, sedangkan karakteristik kimia kitosan meliputi derajat deasetilasi sebesar 80,6% dan mengandung gugus fungsi –OH, C=O (amida I), metil (CH_3), dan Amida II (tekuk –NH).

Kata Kunci: cangkang kerang bulu, deasetilasi, kitosan,

PENDAHULUAN

Dua pertiga wilayah Negara Republik Indonesia terdiri dari perairan laut yang di dalamnya terdapat \pm 17.504 pulau, memiliki panjang garis pantai 95.181 km dan memiliki luas wilayah perairan laut sebesar 5,8 juta km². Dalam wilayah laut Indonesia terdapat zona yang dikenal sebagai Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI). Di dalam zona tersebut, potensi kekayaan ikannya diperkirakan mencapai 6,4 juta ton per tahun. Salah satu kekayaan laut Indonesia yang lainnya adalah kerang bulu (*Anadara inflata*). Daging yang terdapat pada kerang memiliki kandungan protein yang sangat bagus untuk kesehatan bila dikonsumsi, namun cangkang kerang yang membungkus daging tersebut seringkali tidak dimanfaatkan dan dibuang begitu saja, sehingga menyebabkan terjadinya limbah cangkang kerang.

Dewasa ini, masalah limbah menjadi masalah yang harus segera ditangani karena efeknya yang sangat serius terhadap mahluk hidup. Limbah merupakan buangan yang kehadirannya tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis dan dapat menurunkan kualitas lingkungan serta dapat mengganggu kelangsungan hidup manusia dan juga mahluk hidup lain. Diantara jenis-jenis limbah yang berbahaya adalah limbah logam yang berasal dari industri,

Kegiatan industri banyak menghasilkan limbah yang mengandung logam berat. Keberadaan logam berat di lingkungan yang melebihi ambang batas akan merusak lingkungan dan menimbulkan masalah kesehatan bagi makhluk hidup di lingkungan

tersebut. Kurang lebih, ada dua puluh jenis logam berat diklasifikasi-kkan sebagai racun dan setengah dari ini telah masuk ke dalam lingkungan dalam jumlah yang sangat besar dan beresiko pada kesehatan manusia.

Salah satu jenis logam yang efek negatifnya sangat serius adalah limbah Cuprum (Cu). Cuprum merupakan golongan logam berbahaya karena berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan seperti gangguan paru-paru, kanker, hingga kematian. Industri elektroplating berpotensi besar menghasilkan limbah logam tembaga. Pada pelapisan logam yang menggunakan tembaga, elektrolit yang digunakan mengandung ion Cu dimana setelah proses elektroplating selesai, sisa larutan elektrolit yang masih mengandung ion Cu langsung dibuang sebagai limbah ke perairan.

Dampak tembaga dilihat dari segi lingkungan, dalam kondisi normal, keberadaan Cu dalam perairan ditemukan dalam bentuk senyawa ion CuCO₃, Cu(OH)₂ dan lain-lain. Biasanya jumlah Cu yang terlarut dalam perairan laut adalah 0,002 ppm sampai 0,005 ppm. Bila dalam badan perairan laut terjadi peningkatan kelarutan Cu, sehingga melebihi nilai ambang batas yang semestinya, maka akan terjadi peristiwa "biomagnifikasi" terhadap biota perairan. Peristiwa ini dapat terjadi sebagai akibat dari telah terjadinya konsumsi Cu dalam jumlah yang berlebihan, sehingga tidak mampu dimetabolisme oleh tubuh (Palar, 1994 dalam Ajeng dan Dina:22, 2010).

Potensi hasil kerang bulu (*Anadara inflata*) yang besar akan berdampak pada peningkatan limbah cangkang kerang yang dihasilkan, baik limbah cair maupun padat. Jika

limbah-limbah ini dibiarkan terus menumpuk tanpa adanya penanganan khusus maka akan menimbulkan pencemaran dan estetika lingkungan terganggu. Kerang merupakan *mollusca* yang mengandung kitin, sehingga limbah padatnya yang berupa cangkang kerang dapat diolah menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis lebih tinggi.

Sifat kitin yang tidak beracun dan mudah terdegradasi mendorong dilakukannya modifikasi kitin dengan tujuan mengoptimalkan kegunaan maupun memperluas bidang aplikasi kitin. Salah satu senyawa turunan dari kitin yang banyak dikembangkan karena aplikasinya yang luas adalah kitosan. Berbagai upaya untuk mengurangi pencemaran limbah logam telah dilakukan, diantaranya dengan menggunakan adsorben. Salah satunya adalah menggunakan kitosan sebagai adsorben. Alasan yang mendukung digunakannya kitosan sebagai material adsorben adalah sifatnya yang *biodegradable*, yakni kemampuan dapat terurai oleh lingkungan (tanah) setelah digunakan.

Kitin merupakan salah satu sumber alam polisakarida yang terbesar jumlahnya setelah selulosa. Kitin adalah suatu polimer anhidro N-asetil – D -glukosamin, mempunyai massa molekul relatif besar yaitu sekitar 1,2.106 gram/mol. Kitin mempunyai rumus kimia $(C_8H_{13}NO_5)_n$ dengan struktur $[\beta-(1\rightarrow4)\text{-}2\text{-asetamida -}2\text{-deoksi-D-glukosa}]$ didapat dari isolasi kulit dan kepala hewan berkulit keras (*Crustacea*), serangga dan jamur dengan cara deproteinasi dan demineralisasi. Adanya kandungan kitin dalam cangkang kerang ini menunjukkan bahwa limbah kerang bulu (*Anadara inflata*) berpotensi untuk diolah

menjadi kitosan. Kitosan merupakan turunan dari kitin dengan struktur $[\beta-(1\rightarrow4)\text{-}2\text{-amino-}2\text{-deoksi-D-glukosa}]$ merupakan hasil dari deasetilasi dari kitin.

Kitosan merupakan suatu polimer yang bersifat polikationik. Keberadaan gugus hidroksil dan amino sepanjang rantai polimer mengakibatkan kitosan sangat efektif mengadsorpsi kation ion logam berat maupun kation dari zat-zat organik (protein dan lemak). Interaksi kation logam dengan kitosan adalah melalui pembentukan kelat koordinasi oleh atom N gugus amino dan O gugus hidroksil (Tao Lee, et al., 2001 *dalam* Indah Sanjaya dan Leny Yuanita, 2007:30). Kitosan juga dapat membentuk sebuah membran yang berfungsi sebagai adsorben pada waktu terjadinya pengikatan zat-zat organik maupun anorganik oleh kitosan. Hal ini yang menyebabkan kitosan lebih banyak manfaatnya dibandingkan dengan kitin. Selain itu, kitosan juga digunakan dalam bidang kosmetik, farmasi, immobilisasi sel dan enzim (Alistair, 1995 *dalam* Triana Kusumaningsih, dkk, 2004:2).

Sampai saat ini pembuatan kitosan masih sering terbatas pada limbah kulit cangkang udang-udangan dan kepiting karena kandungan kitin yang relatif tinggi yakni sekitar 24,3% dari berat keringnya dibandingkan kandungan kitin pada cumi-cumi, kerang, dan hewan laut lainnya. Rosliana lubis dan Sartini (2011) telah meneliti pembuatan kitosan dari bahan baku cangkang kerang tetapi belum dimanfaatkan sebagai adsorben. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kitosan dari cangkang menghasilkan DD kitosan sebesar 80,89 %.

Dari uraian diatas, perlu adanya penelitian untuk memanfaatkan kitosan hasil sintesis dari bahan baku cangkang kerang sebagai adsorben. Pada penelitian ini akan diteliti pemanfaatan kitosan untuk adsorben limbah Cu (II) yang dibuat secara simulasi dari larutan ion Cu (II).

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah Cangkang Kerang Bulu (*Anadara inflata*), Akuades, NaOH p.a (*Merck*), HCl p.a (*Merck*), Larutan induk Cu, larutan bufer.

Prosedur Kerja

1. Sintesis Kitosan dari Cangkang Kerang Bulu (*Anadara inflata*)

a. Penyiapan Sampel Kitosan

Bahan baku berasal dari limbah cangkang kerang Bulu (*Anadara inflata*) yang diperoleh dari pedagang warung seafood di Kota Barat, Surakarta. Limbah tersebut diperoleh dengan cara mengambil cangkang kerang yang bebas dari dagingnya. Selanjutnya cangkang kerang dibersihkan dari kotoran dan bulu yang melekat menggunakan air dan dibilas dengan akuades, kemudian dikeringkan dengan oven. Setelah itu dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ukuran ayakan 100 mesh. Selanjutnya dilakukan proses sintesis kitosan. Proses tersebut meliputi tahap deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi.

b. Deproteinasi

1. Sebanyak 400 gram cangkang kerang yang telah diayak direaksikan dengan 3000 ml NaOH 1 M sambil diaduk

dengan magnetik stirrer pada suhu 80⁰ C selama 1 jam.

2. Kemudian padatan disaring, residu di cuci dengan aquades hingga pH netral.
3. Selanjutnya dikeringkan dengan oven pada suhu 80⁰C hingga kering \pm 3 jam.

c. Demineralisasi

1. Sebanyak 200 gram serbuk hasil deproteinasi ditambah dengan 2000 ml HCl 1 M dan mengaduknya dengan magnetic stirrer selama 60 menit pada suhu kamar.
2. Setelah itu endapan disaring dan residu dicuci dengan akuades hingga pH netral.
3. Mengeringkan dalam oven dengan suhu 80 ⁰C selama 3 jam.

Hasil endapan proses ini disebut kitin.

d. Deasetilasi

1. Sebanyak 40 gram serbuk hasil demineralisasi ditambah dengan 250 ml NaOH 50 % (b/v), kemudian direfluks didalam labu alas bulat selama 8 jam pada suhu 100 ⁰C.
2. Hasil refluks didinginkan, disaring lalu dicuci dengan akuades sampai pH netral.
3. Mengeringkan endapan yang terbentuk dalam oven selama 3 jam kemudian menaruhnya dalam desikator selama 24 jam.

2. Karakterisasi terhadap Kitosan

Karakterisasi kitosan meliputi kandungan air, kadar abu, derajat deasetilasi,

dan analisis struktur kitosan menggunakan FTIR.

a. Kadar Air

Kadar air kitosan diukur dengan menggunakan metode Gravimetri, yaitu:

Sebanyak 0,3 gram kitosan dikeringkan dalam oven pada suhu 110^o C selama 3 jam kemudian dikeringkan dalam desikator selama 24 jam, kemudian ditimbang. Perlakuan diulangi sampai diperoleh berat yang konstan. Kadar air dihitung dari selisih sampel sebelum dikeringkan dan sesudah dikeringkan.

Kadar air ditentukan dari : (berat basah-berat kering) / berat basah x 100 %

b. Kadar Abu

Kadar abu kitosan dihitung berdasarkan metode Standard no. 923.03 (AOAC, 1990), yaitu: Kurs porselain kosong ditimbang, kemudian sebanyak 0,3 gram sampel kitosan dimasukkan dalam kurs porselain dan ditimbang. Kurs dimasukkan dalam oven dengan suhu 600^o C divurnis selama 3 jam (ASTM Standar E: 1755), didinginkan kemudian ditimbang. Perlakuan diulangi sampai diperoleh berat yang konstan. Kadar abu diperoleh dari berat sampel yang tidak terabukan setelah pemanasan.

Kadar abu(%) ditentukan sebagai : (berat residu/berat sampel) x 100%.

c. Derajat Deasetilasi

DD dihitung menggunakan baseline b sesuai Domszy and Roberts (1985),% Derajat deasetilasi = $100 - [(A_{1655}/A_{3450}) \times 115] \%$

Dengan A_{1655} merupakan absorbans pada 1655 cm⁻¹ yakni pita serapan amida-I untuk mengukur kandungan gugus N-asetil. Serta A_{3450} cm⁻¹ merupakan pita serapan

hidroksil sebagai internal standart untuk koreksi tebal film. Faktor 115 menyatakan nilai ratio A_{1655}/A_{3450} untuk kitosan dengan N-asetil penuh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses penyiapan kitosan

a. Pencucian

Pencucian bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang masih terdapat dalam cangkang kerang bulu. Cangkang kerang bulu yang sudah bersih dikeringkan dengan cara mengoven atau dipanaskan di bawah sinar matahari. Setelah kering cangkang kerang diblender lalu diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 100 mesh. Bubuk yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 80^o C selama ± 3 jam.

b. Deproteinasi

Tujuan dari proses deproteinasi adalah untuk menghilangkan protein yang terkandung dalam cangkang kerang bulu dengan penambahan NaOH 1 M. Dalam larutan NaOH, protein akan larut. Rendemen yang dihasilkan dari proses deproteinasi adalah sebesar 76 %, berwarna putih agak kecoklatan. Perhitungan rendemen pada proses deproteinasi dapat dilihat pada lampiran 1. Berikut ini adalah gambar serbuk cangkang kerang bulu dari proses deproteinasi.



Gambar 6. Hasil Deproteinasi cangkang kerang

bulu (*Anadara inflata*)

c. Demineralisasi

Proses demineralisasi dilakukan dengan menambahkan HCL 1 M dengan tujuan menghilangkan mineral yang terkandung dalam sampel. Menurut Rosliana dan Sartini (2011), reaksi yang terjadi:



Pada proses demineralisasi ini gelembung-gelembung CO₂ yang dihasilkan merupakan indikator adanya reaksi antara HCl dengan garam mineral. Rendemen yang dihasilkan dari proses demineralisasi adalah sebesar 28,5 % berwarna putih abu-abu kecoklatan. Perhitungan rendemen pada proses demineralisasi dapat dilihat pada lamp 32. Berikut ini adalah gambar serbuk cangkang



kerang bulu dari proses demineralisasi.

Gambar 7. Serbuk cangkang kerang bulu proses demineralisasi

Rendemen yang diperoleh lebih sedikit bila dibandingkan dengan rendemen hasil proses deproteinasi, hal ini dikarenakan di dalam cangkang kerang banyak terdapat mineral yang kemudian ikut larut bersama HCl.

Hasil yang diperoleh pada proses demineralisasi disebut kitin. Kitin yang diperoleh kemudian diidentifikasi kadar air, kadar abu dan gugus fungsinya dengan spektroskopi infra merah. Kadar air dan kadar abu dari kitin yang diperoleh masing-masing adalah sebesar 18% dan 86,95% . Data perhitungan kadar air dan kadar abu dari kitin yang diperoleh dapat dilihat pada lampiran 2. Sedangkan spektra hasil identifikasi gugus fungsional kitin dengan FTIR dapat dilihat pada gambar 8.

Gambar 8. Spektra Infra Merah Kitin cangkang kerang bulu

Sampel cangkang kerang terdiri atas berbagai jenis campuran senyawa yang terkandung di dalamnya yaitu mineral, protein, dan kitin itu sendiri sehingga spektra serapan FTIR yang dihasilkan memperlihatkan serapan yang beragam dari gugus-gugus fungsi yang dimiliki senyawa-senyawa yang terkandung di dalamnya. Spektra IR pada gambar. 8 memperlihatkan adanya pita serapan pada 3410,15 cm⁻¹ yang menunjukkan vibrasi ulur – OH. Serapan pada bilangan gelombang 1651,07 cm⁻¹ menunjukkan pita amida I (ulur C=O) menandakan keberadaan gugus asetil. Pita serapan metil (CH₃) didaerah 1373,32 cm⁻¹ dan bilangan gelombang 1527,62 cm⁻¹ merupakan serapan dari amida II (tekuk –NH) dan 1373,32 cm⁻¹ menunjukkan serapan amida III (ulur C-N) juga merupakan bukti keberadaan asetil.

Dari spektra diatas, lalu dapat dihitung derajat deasetilasinya. Derajat deasetilasinya (DD) kitin sebesar 41,7 %. Perhitungan DD kitin dapat dilihat pada lampiran 4.

d. Deasetilasi

mempunyai serapan (OH) di daerah 3425,3 cm^{-1} , serapan (CH) alifatis di daerah 2877,6 cm^{-1} , pita serapan amida (NH) di daerah 1600,8 cm^{-1} , sedangkan pita serapan untuk gugus metil pada daerah 1380,9 cm^{-1} . Perbedaan pita serapan (OH) pada kitosan hasil penelitian dengan kitosan baku mungkin disebabkan adanya ikatan hidrogen dalam molekul sehingga pita serapan bergeser keangka gelombang yang lebih rendah (Agusnar, 2007 dalam Rosliana dan Sartini, 2011).

Selain itu, kitosan baku sudah berada dalam bentuk murni dan telah dihilangkan pengotor-pengotornya, sedangkan kitosan hasil penelitian ini kemungkinan masih mengandung bahan pengotor dan adanya uap air yang mungkin terserap sehingga mempengaruhi ikatan hidrogen antar molekul yang menyebabkan perbedaan puncak serapan gugus -OH. (Agusnar, 2007 dalam Rosliana dan Sartini, 2011).

Dari spektra diatas maka diperoleh besarnya derajat deasetilasi kitosan sebesar 80,6%, dengan demikian kitosan yang dihasilkan sudah memenuhi standart sebagai adsorben karena nilai DD nya > 60 % (Suhardi dalam Indah Sanjaya dan Leny Yuanita, 2007:33). Perhitungan DD kitosan dapat dilihat pada lampiran 4.

Berdasarkan analisis gugus fungsi diatas, ternyata pada spektra kitin dan kitosan menunjukkan munculnya serapan-serapan karakteristik dari kitin dan kitosan. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa produk hasil preparasi pada penelitian ini adalah kitosan.

2. Karakterisasi Kitosan

Karakterisasi kitosan yang dilakukan

meliputi kadar air, kadar abu. Dan derajat deasetilasi. Hasil perhitungan kadar air dan kadar abu yang diperoleh ditunjukkan pada lampiran 2. Karakterisasi kitosan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Karakterisasi Kitosan

Spesifikasi	Deskripsi
Warna	Putih abu-abu
Bau	Tidak berbau
Bentuk	Serbuk
Kadar air	2,7 %
Kadar abu	10,3 %
DD Kitosan	80,6%,

a. Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Setelah dianalisis diperoleh kadar air kitosan cangkang kerang bulu sebesar 2,72%. Perhitungan kadar air dapat dilihat pada lampiran 2. Kandungan kadar air dalam kitosan tersebut dimungkinkan disebabkan karena bentuk kristalnya yang mampu merangkap molekul air didalamnya. Kitosan merupakan biopolimer higroskopis sehingga terjadi penyerapan uap air ketika kitosan dalam keadaan terbuka. Menurut Muzzarelli (1985) dan Austin (1988) dalam Ajeng tanindiya apsari dan Dina Fitriasti, 2010: 18) standart kadar air kitosan sebesar 2-10 %.

b. Kadar Abu

Kadar abu kitosan dari cangkang kerang bulu sebesar 10,3%. Kadar abu ini diketahui dari sampel yang tidak terabukan. Kandungan abu pada kitosan adalah parameter yang penting. Kualitas kitosan yang baik memiliki kadar abu < 1% (Menurut Muzzarelli (1985) dan Austin (1988) dalam Ajeng tanindiya apsari dan Dina Fitriasti, 2010: 18). Perbedaan hasil ini dimungkinkan, pada penelitian ini proses demineralisasi berlangsung kurang sempurna, mineral-mineral yang terkandung dalam sampel belum semuanya hilang. Penentuan kadar abu adalah indikator keefektifan tahap demineralisasi untuk menghilangkan mineral yang ada pada kitosan. Perhitungan kadar abu kitosan dapat dilihat pada lampiran

c. Derajat Deasetilasi

Derajat deasetilasi kitosan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebesar 80,6%. Hal ini menunjukkan bahwa kitosan yang dihasilkan sudah memenuhi standart kitosan dan bisa digunakan sebagai adsorben. Perhitungan DD dapat dilihat pada lampiran 4.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Karakteristik kitosan yang dihasilkan meliputi rendemen deproteinasi 76%, rendemen demineralisasi 28,5% rendemen deasetilasi 37,5%, kadar air dan kadar abu dari kitin yang diperoleh masing-masing 18% dan 86,9%, kadar air dan kadar abu dari kitosan yang diperoleh masing-masing 2,7% dan 10,3%, derajat deasetilasi dari kitin sebesar 63%.
2. Derajat deasetilasi dari kitosan sebesar 80,6% dan dari hasil analisis spektra FTIR menunjukkan bahwa kitosan mengandung

gugus fungsi – OH, C=O (amida I), metil (CH₃), dan Amida II (tekuk –NH).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amri, Supranto, & Fahrurozi. (2004). *Kesetimbangan Adsorpsi Optional Campuran Biner Cd(II) dan Cr(III) dengan Zeolit Alam Terimpregnasi 2 merkaptobenzotiazol: Jurnal Natur Indonesia* (6) 111-117.
- [2] Apsari, A.T. & Fitriasti, Dina. (2010). *Studi Kinetika Penjerapan Ion Khromium Produk dari Cangkang Kepiting*. Skripsi UNDIP. Universitas Universitas Diponegoro, Semarang.
- [3] Aritonang, S.P., (2009). *Studi Penggunaan Kitosan Nanopartikel Sebagai Bahan Penyalut pada Zeolit Alam Untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Cu²⁺ dalam Larutan Teh Hitam*. Tesis USU. Universitas Sumatra Utara, Medan.
- [4] Barrow, G.M., (1979). *Physical Chemistry* 4th ed. Tokyo: Mc Graw Hill International Book Company.
- [5] Cahyaningrum, S.E., Narsito, Santoso, S.J., & Agustini, R. (2008). *Pemanfaatan Kitosan Limbah Udang Windu(Penaus Monodon) Sebagai Adsorben Ion Logam Ca(II) dalam Medium Air*. Jurnal Kimia Lingkungan 10 (1), 59-65.
- [6] <http://www.wikipedia.com/kerang-darah.htm>. Diperoleh 20 Agustus 2011.
- [7] Kusumaningsih, T., Suryanti, V., & Permana, W. (2004). *Karakterisasi Khitosan Hasil Deasetilasi Khitin dari Cangkang Kerang Hijau (Mytilus viridis*

- linnaeus*). Jurnal Alchemy, 3(1), 1-11. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [8] Maron, S.H., Prutton, C.F., (1964), *Principles of Physical Chemistry*, The Macmillan Company, New York.
- [9] Nurdiani, D. (2005). *Adsorpsi Logam Cu(II) dan Cr(II) Pada Kitosan Bentuk Serpihan dan Butiran*. Skripsi FMIPA IPB. Universitas IPB, Bogor.
- [10] Rochima, E. (2000). *Karakterisasi Kitin dan Kitosan Asal Limbah Rajungan Cirebon Jawa Barat*.
- [11] Rochima, E., Sugiyono, Syah, D., & Suhartono, M.T. (2004). *Derajat Deasetilasi Kitosan Hasil Reaksi Enzimatis Kitin Deasetilase Isolat Bacillus papandayan K29-14*. Universitas IPB Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Bogor.
- [12] Rosliana & Sartini. (2011). Isolasi Kitosan Limbah Cangkang Kerang. Jurnal ISSN Agrobio , 3 (2), 16-21. Universitas Medan Area, Medan.
- [13] Sanjaya, I., & dan Yuanita, L. (2007). *Adsorpsi Pb (II) oleh Kitosan Hasil Isolasi Kitin Cangkang Kepiting Bakau (Scylla sp)*. Jurnal ILMU DASAR, 8 (1), 30-36. Staf Pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya, Surabaya..
- [14] Setyowati, S., Suprpti, N.H., & Wiryani, E. (2006) . *Kandungan Logam Tembaga (Cu) dalam Enceng Gondok (Eichornia Crassipes sdms), Perairan dan Sedimen Berdasarkan Tata Guna Lahan di Sekitar Sungai Banger Pekalongan*. Kumpulan Abstrak Hasil Penelitian Universitas Diponegoro, Semarang.
- [15] S.MKhopkar. (2000). *Konsep Dasar Kimia Analitik Terjemahan: A. Saptorahardjo*. Jakarta: UI Press
- [16] Standar Nasional Indonesia. (2004). *Cara Uji Tembaga (Cu) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala*. SNI 06-6989.6-2004
- [17] Sun-Ok Fernandez. (2004). *Physicochemical and Functional Properties of Crawfish Chitosan as Affected by Different Processing Protocols*: Seoul: B.S. Seoul National University.
- [18] Tania. (2012). *Modifikasi Serat Batang Pisang Dengan Formaldehide Sebagai Adsorben Logam Timbal (II)*. Seminar Kimia FKIP Jurusan Pendidikan Kimia. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [19] Wawan. (2010). Kadar Abu, diperoleh 20 Agustus 2011, dari <http://wawan-satu.blogspot.com/2010/12/kadar-abu.html?m=1>.
- [20] Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Utama.
- [21] Wiyarsi, A. & Priyambodo, E. (2006). *Pengaruh Konsentrasi Kitosan dari Cangkang Udang Terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat*. Penelitian Kimia FMIPA UNY. Universitas UNY, Yogyakarta.
- [22] Yefrichan. (2010). Kadar Air Basis basah dan Kadar Air Basis Kering. Diperoleh 23 Agustus 2011, dari <http://yefrichan.wordpress.com/2010/08/04/kadar-air-basis-kering/>.

TANYA JAWAB

PENANYA : Anggi Saputra

Pertanyaan :

- a) Sintesis kitin yang paling bagus dari apa?
- b) Karakterisasi kitosan dari kadar abu, dilihatnya dari mana?

Jawaban :

- a) Sintesis kitin dari cangkang udang adalah yang paling bagus. Sedangkan, sintesis kitin dari cangkang keong adalah yang paling jelek.
- b) Kadar abunya dapat dilihat pada pemanasan dengan suhu yang sangat tinggi.

PENANYA : Fitriana Nurfaida

Pertanyaan :

- a. Derajat deasitilasi diukur dari apa?

Jawaban :

- a. Derajat deasitilasi diukur dari Ddnya. Yang bagus adalah lebih dari 50%. Kalau yang umum ada di perdagangan biasanya lebih dari 70%.