

KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS KERTAS DAUR ULANG

Agung Nugroho Catur Saputro¹, Lina Mahardiani¹, Yuliesta Arofati²

¹ Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP Universitas Sebelas Maret

² Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir Sutami 36 A Kentingan Surakarta 57126

E-mail : anc_saputro@yahoo.co.id

Abstrak

The effect of chitosan addition on the recycle paper quality improvement was studied. The purposes of this research are to prepare and characterize chitosan from crabs shell waste, to know the effect of chitosan addition on recycle paper quality. Chitosan was prepared from crabs shell waste through deproteination, demineralization and deacetylation stages. Chitosan was characterized with water content test, ash content test, viscosity and group functional analyzed with FTIR spectroscopy. Chitosan was used as improvement agent on recycle paper through mixing method. The recycle paper with chitosan then characterized through surface softness test and strength tensile test. It was concluded that based on IR spectral the material that is produced is chitosan, chitosan can improve quality of recycle paper on surface softness and strength tensile.

Keywords : chitosan, crab shell waste, recycle paper quality.

PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu permasalahan utama dalam suatu wilayah. Jumlah sampah di kota-kota besar semakin banyak sedangkan metode pengolahannya belum cukup optimum dalam mengatasi laju pertambahan sampah. Di kota Surabaya sampah yang dihasilkan pada tahun 2002 rata-rata perhari mencapai 2.400 ton di mana 1.075,44 ton merupakan sampah organik. Kota Bandung menghasilkan sampah relatif setengah jumlah total sampah di kota Surabaya dan metode pengolahannya masih konvensional (Sulistyo, 2003).

Gaya hidup ramah lingkungan dikenal pula dengan semboyan 3R : *Reduce, Reuse & Recycle*, artinya mengurangi tingkat kebutuhan akan sampah, menggunakan kembali sampah-sampah yang telah ada dan mendaur ulang sampah-sampah yang telah terpakai (Dhinok, 2005). Sampah organik yang berasal dari hewan maupun tumbuh-tumbuhan dapat dimanfaatkan menjadi pupuk dan biogas. Biogas dibuat dari berbagai jenis bahan buangan dan bahan sisa, semacam sampah, kotoran ternak, jerami, eceng gondok serta banyak bahan-bahan lainnya lagi yang masih termasuk senyawa organik, entah berasal dari sisa dan kotoran hewan ataupun sisa tanaman, melalui fermentasi anaerobik oleh mikroorganisme. (Saputro *et al.*, 2006). Salah satu sampah yang dapat didaur ulang adalah limbah kertas diubah menjadi kertas daur ulang.

Masalah yang berkaitan dengan kertas daur ulang adalah mutu yang lebih rendah dari kertas non-daur ulang, warna kertas cepat buram, tidak cerah, memiliki kekuatan yang rendah, mudah rusak karena pengaruh udara lembab maupun oleh pengaruh

mikroorganisme. Oleh karena itu sangat penting untuk diteliti bagaimana menciptakan kertas daur ulang yang berkualitas tinggi dengan memanfaatkan bahan-bahan yang ramah lingkungan yang juga merupakan limbah buangan serta menggunakan metode yang sederhana sehingga dapat dilakukan oleh masyarakat. Salah satu bahan yang bersifat ramah lingkungan dan diproses dari limbah buangan adalah kitosan.

Kitosan banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang karena sifat-sifatnya yang unik. Penggunaan kitosan meliputi pemurnian limbah, pengkelat logam-logam berat, pelapis biji untuk meningkatkan hasil panen dan melindungi dari serangan jamur, sistem pengantar obat, dan lain sebagainya (Baxter *et al.*, 2005). Kitosan juga dibisa dimanfaatkan sebagai penyerap zat warna (dye) dan di industri kertas, kitosan bisa dimanfaatkan sebagai agen perbaikan mutu kertas. Sehingga diperkirakan kitosan dapat dipergunakan sebagai agen perbaikan kertas daur ulang karena selain bisa menyerap warna buram pada kertas daur ulang, kitosan juga membentuk ikatan hidrogen antar rantai polimer selulosa sehingga dapat memperkuat mutu kertas daur ulang. Oleh karena itu sangat penting dilakukan penelitian tentang penggunaan kitosan sebagai agen perbaikan mutu kertas daur ulang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk 1). Preparasi dan karakterisasi kitosan dari limbah cangkang kepiting, 2). Mengetahui pengaruh penambahan kitosan pada proses pembuatan kertas daur ulang terhadap kualitas kertas yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

a. Alat dan bahan

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi kertas bekas, limbah cangkang kepiting, asam asetat (Merck), NaOH (Merck), HCl (Merck). Alat-alat yang dipergunakan meliputi seperangkat alat-alat gelas, satu set alat refluks, satu set alat pencetak kertas sederhana, viscometer, oven, timbangan analitik, dan spektroskopi FTIR.

b. Sintesis dan Karakterisasi kitosan

Sintesis kitin dari limbah cangkang kepiting dan konversi kitin menjadi kitosan dilakukan menurut metode(Saputro, 2009., Saputro *et al.*, 2009) berikut :

Tahap deproteinasi

Lima puluh gram sampel serbuk kepiting dimasukkan ke dalam labu leher tiga 500 ml kemudian ditambahkan NaOH 4% dengan perbandingan konsentrasi sampel berbanding NaOH sebesar 1:10 b/v. Campuran tersebut kemudian dipanaskan dan diaduk pada suhu 80°C selama 1 jam pada kondisi refluks. Kemudian campuran di saring dengan menggunakan kertas saring dan residu yang diperoleh dicuci dengan menggunakan aquades sampai netral. Setelah kondisi netral tercapai, residu yang diperoleh kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 48 jam.

Tahap demineralisasi

Sepuluh gram residu hasil deproteinasi dimasukkan ke dalam gelas kimia 600 ml kemudian ditambahkan HCl 1M dengan perbandingan konsentrasi sampel berbanding HCl sebesar 1:15 b/v. Campuran tersebut kemudian diaduk pada suhu kamar selama 3 jam. Kemudian campuran di saring dengan menggunakan kertas saring dan residu yang berupa kitin yang diperoleh dicuci dengan menggunakan aquades sampai netral. Setelah kondisi netral tercapai, kitin yang diperoleh kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 48 jam.

Tahap deasetilasi

Sepuluh gram kitin dimasukkan ke dalam labu leher tiga 250 ml kemudian ditambahkan NaOH dengan konsentrasi 50% dengan perbandingan konsentrasi sampel berbanding NaOH sebesar 1:15 b/v. Campuran tersebut kemudian dipanaskan dan diaduk pada suhu 100°C selama 2 jam pada kondisi refluks. Kemudian campuran di saring dengan menggunakan kertas saring dan residu yang merupakan kitosan dicuci dengan menggunakan aquades sampai netral. Setelah kondisi netral tercapai, kitosan yang

diperoleh kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 48 jam.

Kitosan yang diperoleh selanjutnya dilakukan karakterisasi meliputi analisis gugus fungsi dengan spektroskopi FT-IR, penentuan derajat deasetilasi, viskositas, kadar air, kadar abu, dan kadar nitrogen.

c. Pembuatan kertas daur ulang

Kertas bekas yang telah disobek-sobek sebesar perangko, direndam minimal 12 jam agar serat-seratnya menjadi lunak diresapi air. Perendaman dapat pula dibantu dengan perebusan untuk mempercepat proses peresapan air. Kertas yang telah lemas direndam air / direbus, dihancurkan dengan blender, dengan perbandingan 1 ; 4 (4 bagian air untuk 1 bagian kertas). Bubur kertas yang diperoleh dari pembレンダー dikumpulkan dalam satu wadah, kemudian dicuci untuk mengurangi kadar asamnya dengan cara menyaring bubur kertas pada kain yang agak lebar dan meletakkannya di atas ember berisi air untuk memisahkan potongan-potongan kertas yang mungkin belum hancur akibat pembレンダー.

1). Pembuatan kertas daur ulang metode I

Pada metode I ini, bubur kertas langsung dicetak menjadi kertas daur ulang. Proses pencetakan kertas daur ulang dilakukan menurut metode Dhinok (2005).

2). Pembuatan kertas daur ulang metode II

Pada metode II ini, bubur kertas sebelum dicetak menjadi kertas daur ulang terlebih dahulu dicampur dengan larutan kitosan variasi konsentrasi dalam pelarut asam asetat 3% (Saputro *et al.*, 2009), kemudian baru dilakukan proses pencetakan. Proses pencetakan kertas daur ulang dilakukan menurut metode Dhinok (2005) di atas.

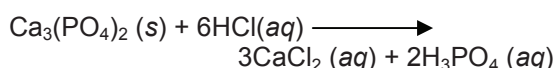
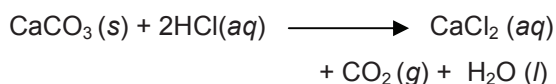
Kertas daur ulang yang dihasilkan melalui metode I dan II selanjutnya dilakukan uji kualitas meliputi uji tingkat kehalusan permukaan kertas dan uji kuat tarik dengan metode uji organoleptik melibatkan sepuluh orang responden

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi kitosan dari limbah cangkang kepiting

Preparasi kitosan dari limbah cangkang kepiting jawa secara umum dilakukan melalui 3 tahap perlakuan, yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Tahap deproteinasi dilakukan dengan larutan NaOH 4% pada suhu 80°C selama 1 jam dan diperoleh rendemen sebesar 79,21%. Hal ini menunjukkan kalau protein yang hilang proses deproteinasi sebesar 20,79%. Tahap

selanjutnya adalah tahap demineralisasi, yaitu penghilangan mineral-mineral dalam cangkang kepiting dengan menggunakan larutan HCl 1 M pada suhu kamar selama 3 jam. Pada tahap ini diperoleh rendemen sebesar 21,32%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar komponen penyusun cangkang kepiting adalah mineral-mineral logam, khususnya kalsium karbonat (CaCO_3) dan kalsium fosfat [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$] (Muzzareli, 1977). Proses penghilangan mineral diperkirakan menurut reaksi sebagai berikut :



Tahap terakhir adalah deasetilasi, yaitu penghilangan gugus asetil. Deasetilasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH 50% pada suhu 100°C selama 2 jam. Pada tahap deasetilasi ini diperoleh rendemen sebesar 60,67%. Pada proses deasetilasi terjadi pemutusan ikatan antara karbon pada gugus asil dengan nitrogen pada kitin menjadi gugus amino.

Berdasarkan data rendemen dari tahap deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi, maka dapat disimpulkan bahwa pada proses preparasi kitosan dari bahan dasar serbuk cangkang kepiting diperoleh rendemen total sebesar 10,24%. Sehingga dari berat serbuk kepiting awal 50 gram akan diperoleh kitosan sebanyak 5,12 gram. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan kitosan dalam cangkang kepiting sebanyak 10,24%. Kandungan kitosan dalam cangkang kepiting jawa menurut penelitian ini ternyata lebih rendah dibandingkan kandungan kitosan dalam cangkang kepiting Tarakan sebesar 17,05% (Saputro, 2009).

B. Karakterisasi Kitosan

B.1. Analisis gugus fungsi dengan spektroskopi FTIR

Kitin dan kitosan hasil preparasi dikarakterisasi dengan menggunakan spektroskopi inframerah untuk mengetahui gugus-gugus fungsi karakteristiknya. Spektra IR kitin dan kitosan disajikan dalam Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa pada spektra IR kitin muncul puncak-puncak serapan pada bilangan gelombang $3448,72\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi ulur $-\text{OH}$. Munculnya serapan pada bilangan gelombang $2924,09\text{ cm}^{-1}$ dan $2854,05\text{ cm}^{-1}$ yang masing-masing merupakan vibrasi ulur simetri CH_3 dan vibrasi ulur C-H, menunjukkan

keberadaan gugus asetil (Yanming *et al.*, 2001). Serapan pada bilangan gelombang $1627,92\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan pita amida I (ulur $\text{C}=\text{O}$) juga menandakan keberadaan gugus asetil. Bilangan gelombang $1558,48\text{ cm}^{-1}$ merupakan serapan dari amida II (tekuk $-\text{NH}$) dan $1311,59\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan amida III (ulur C-N) juga merupakan bukti keberadaan gugus asetil.

Pada spektra IR kitosan, muncul puncak serapan pada bilangan gelombang $3448,72\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan vibrasi ulur $-\text{OH}$ yang tumpang tindih dengan vibrasi ulur $-\text{NH}$ (Velde dan Kiekens, 2004). Melebarinya puncak serapan pada bilangan gelombang $3448,72\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan telah terjadinya proses deasetilasi. Puncak serapan pada bilangan gelombang $2916,37\text{ cm}^{-1}$ mempunyai intensitas lebih lemah daripada $2924,09\text{ cm}^{-1}$ pada spektra IR kitin menunjukkan telah hilangnya sebagian gugus asetil akibat proses deasetilasi dengan basa kuat konsentrasi tinggi. Munculnya serapan amida I ($\text{C}=\text{O}$) pada spektra IR kitosan walaupun mengalami pergeseran dari $1627,92\text{ cm}^{-1}$ menjadi $1658,78\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan masih adanya gugus asetil pada rantai polimer kitosan walaupun jumlahnya lebih sedikit akibat proses deasetilasi. Kemunculan serapan pada bilangan gelombang $1566,20\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan vibrasi amida II (tekuk $-\text{NH}$) menunjukkan telah terjadinya proses deasetilasi karena serapan tersebut mendekati serapan 1590 cm^{-1} yang merupakan pita serapan gugus amina pada kitosan.

Berdasarkan analisis gugus fungsi di atas, ternyata pada spektra IR 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.

B.2. Penentuan Derajat deasetilasi

Penentuan derajat deasetilasi kitin dan kitosan dilakukan dengan metode base line berdasarkan spektra IR kitin dan kitosan. Hasil perhitungan derajat deasetilasi kitin dan kitosan disajikan dalam Tabel 1.

Derajat deasetilasi kitosan lebih tinggi dibandingkan kitin menunjukkan bahwa telah terjadi proses deasetilasi ketika perlakuan dengan larutan NaOH. Kenaikan harga DD merepresentasikan telah berkurangnya gugus asetil pada rantai kitin berubah menjadi gugus amina pada rantai kitosan.

Tabel 1. Derajat deasetilasi dan viskositas kitin dan kitosan

No	Sample	DD
1	Kitin	69,21
2	Kitosan	79,00

Harga DD kitosan pada penelitian ini sebesar 79,00% menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan benar-benar kitosan. Berdasarkan parameter derajat deasetilasi, suatu polimer polisakarida digolongkan sebagai kitin jika mempunyai derajat deasetilasi kurang dari 75% dan jika derajat deasetilasinya lebih dari 75% maka digolongkan sebagai kitosan (Khan *et al.*, 2002; Cervera *et al.*, 2004).

B.3. Kadar air, Kadar abu dan Kadar Nitrogen Kitosan

Kadar air, kadar abu dan kadar nitrogen merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan mutu kitosan. Hasil pengukuran kadar air dan kadar abu kitin dan kitosan disajikan dalam Tabel 2.

Data hasil uji kadar air pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan air kitin lebih banyak daripada kitosan. Hal ini menunjukkan bahwa kitin mempunyai kekuatan mengikat molekul-molekul air lebih kuat dibandingkan kitosan. Lebih banyaknya molekul air yang terikat pada kitin dibandingkan pada kitosan kemungkinan disebabkan oleh masih adanya protein yang melingkupi rantai kitin karena gugus peptida pada rantai protein potensial mengikat molekul air. Setelah melalui tahap deasetilasi dengan larutan basa kuat konsentrasi dan temperatur tinggi, barulah protein-protein yang masih melingkupi rantai-rantai kitin terlepas dan menyebabkan daya ikat molekul air dari kitosan mengalami penurunan.

Nilai kadar abu kitin dan kitosan menurut Tabel 2 menunjukkan bahwa proses demineralisasi belum sepenuhnya mampu menghilangkan mineral-mineral anorganik dalam cangkang kepiting, terutama kalsium karbonat dan kalsium fosfat (Muzzarelli, 1977). Kadar abu kitosan lebih kecil daripada kadar abu kitin menunjukkan bahwa proses deasetilasi dengan menggunakan larutan NaOH 50% dan kondisi temperatur 100°C disamping menghilangkan gugus asetil juga mampu menghilangkan mineral-mineral anorganik. Hal ini sesuai dengan pendapat Gyliene *et al.* (2003) yang menyatakan bahwa

mineral anorganik dapat dihilangkan melalui perlakuan asam dan basa.

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa kadar nitrogen kitosan > kitin. Hal ini menunjukkan telah terjadinya proses deasetilasi pada kitin. Lepasnya gugus asetil yang terikat pada struktur kitin pada proses deasetilasi menyebabkan berat total kitosan berkurang sehingga menyebabkan meningkatnya persentase nitrogen dalam kitosan (Saputro, 2009).

B.4. Viskositas

Viskositas merupakan salah satu sifat karakteristik dari polimer. Larutan kitosan merupakan senyawa kimia berupa rantai-rantai polimer yang mempunyai viskositas tinggi. Informasi mengenai viskositas kitosan berhubungan dengan aplikasinya. Dalam bidang farmasi diperlukan kitosan dengan viskositas rendah, sedangkan untuk keperluan pengental atau peneras bahan makanan diperlukan kitosan dengan viskositas tinggi (Dewi dan Fawzya, 2006).

Kitosan hasil preparasi dalam penelitian ini memiliki viskositas sebesar 0.7001cPs. Nilai viskositas kitosan tersebut jika dibandingkan dengan standar mutu kitosan menurut lab. Protan (1987) termasuk kategori rendah dan jika dibandingkan dengan spesifikasi kitosan komersial, maka kitosan hasil preparasi dalam penelitian ini termasuk kategori kitosan tingkat farmasi (Subasinghe, 1999).

C. Pengaruh penambahan kitosan terhadap mutu kertas daur ulang

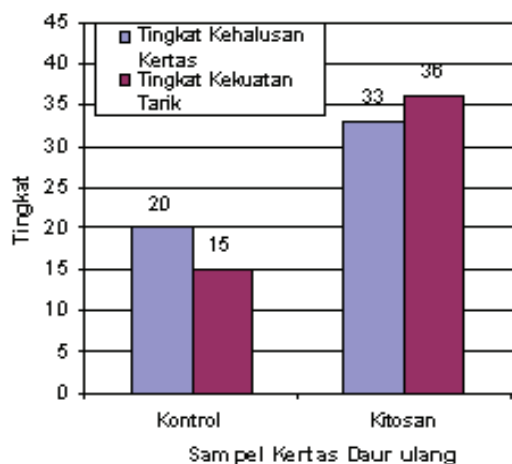
Kitosan dapat dipergunakan sebagai bahan aditif untuk memperbaiki mutu kertas daur ulang. Keberadaan kitosan diperkirakan akan mampu memperkuat ikatan antara fiber kertas sehingga kertas lebih kuat dan tahan terhadap pengaruh mekanik luar. Hal itu disebabkan kitosan mampu menjadi jembatan penguat antar fiber kertas dengan cara membentuk ikatan hidrogen antar rantai selulosa. Peningkatan mutu kertas daur ulang dalam penelitian ini dibatasi pada tingkat kehalusan permukaan dan kuat tarik kertas daur ulang.

Data pengaruh penambahan kitosan terhadap tingkat kehalusan dan kekuatan tarik kertas daur ulang diperoleh berdasarkan uji organoleptik dari 10 responden dengan skala penilaian 1 s/d 5, dimana angka 1 menunjukkan nilai paling kecil dan angka 5

Tabel 2. Kadar air kitin dan kitosan

No	Sampel	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar Nitrogen (%)
1	Kitin	0,9415	0.9774	4,48
2	Kitosan	0,4985	0.3317	5,74

menunjukkan nilai paling besar. Data penilaian tingkat kehalusan dan kekuatan tarik kertas daur ulang sebelum dan setelah penambahan kitosan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh penambahan kitosan terhadap mutu kertas daur ulang

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa kertas daur ulang yang diproses dengan penambahan kitosan mempunyai tingkat kehalusan dan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan kertas daur ulang yang diproses tanpa penambahan kitosan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh keberadaan kitosan dalam serat-serat fiber selulosa mampu memperpendek dan memperlentik ikatan antar fiber selulosa sehingga permukaan kertas menjadi lebih rata dan halus. Di samping mampu meningkatkan tingkat kehalusan permukaan kertas daur ulang, kitosan juga mampu meningkatkan kekuatan tarik kertas daur ulang sehingga kertas tidak mudah sobek. Hal itu kemungkinan disebabkan oleh semakin eratnya ikatan antar fiber selulosa dalam kertas daur ulang.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan disimpulkan bahwa berdasarkan analisis gugus fungsi dari spektra IR, produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah kitosan. Kitosan yang dihasilkan dapat dijadikan bahan aditif dalam proses pembuatan kertas daur ulang untuk meningkatkan tingkat kehalusan dan kuat tarik kertas daur ulang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Diucapkan terima kasih kepada Ketua LPPM UNS atas pemberian dana penelitian hibah kompetitif LPPM UNS 2009 melalui Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian

Nomor 460/H27.3/PL/2009 tanggal 29 Juni 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Cervera, M. F., Heinamaki, J., Rasanen, M., Maunu, S. L., Karjalainen, M., Acosta, O. M. N., Colarte, A. I. and Yliruusi, J., 2004, Solid-state Characterisation of Chitosans Derived from Lobster Chitin, *Carbohydr.Polym*, 58, 401-408.
- Dewi, A. S. dan Fawzya, Y. N., 2006, *Studi Pendahuluan: Penggunaan Berulang Larutan Natrium Hidroksida dalam Pembuatan Kitosan*, Prosiding Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia 2006, Departemen Kimia FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Dhinok, 2005, *Kertas Daur Ulang*, We R Mommies|WRM Indonesia. Online [Http://wrm-indonesia.org](http://wrm-indonesia.org)
- Gyliene, O., Razmute, I., Tarozaitė, R. and Nivinskiene, O., 2003, Chemical Composition and Sorption Properties of Chitosan Produced from Fly Larva Shells, *Chemija (Vilnius)*, 14 (3), 121-127.
- Khan, T. A., Peh, K. K. and Ch'ng, H. S., 2002. Reporting Degree of deacetylation Values of Chitosan : The influence of Analytical Methods, *J. Pharm Pharmaceut .Sci.*, 5 (3), 205-212.
- Muzzarelli, R. A. A., 1977, *Chitin*, Pergamon Press, Oxford.
- Saputro, Agung Nugroho Catur., Yamtinah, S., Utami, B., Mahardiani, L., 2006, *Studi Pustaka Pemanfaatan Proses Biokonversi Sampah Organik sebagai Alternatif Memperoleh Biogas*, Prosiding Seminar Nasional Sumber Energi Hayati di Jurusan Biologi FMIPA UNS.
- Saputro, Agung Nugroho Catur, 2009, *Pengaruh Metode Preparasi Kitosan terhadap Sifat Kitosan dan Aplikasinya sebagai Agen Antibakteri pada Kain Katun*, Tesis S2, Program Pascasarjana Ilmu Kimia, Jurusan Kimia FMIPA UGM, Yogyakarta
- Saputro, Agung Nugroho Catur., Kartini, I. dan Sutarno, 2009, Pengaruh Metode Preparasi Kitosan terhadap Sifat Karakteristik Kitosan, Makalah Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia di Prodi Kimia PMIPA FKIP UNS.
- Subasinghe, S., 1999, *Chitin from Shellfish Waste Health Benefits over Shadowing Industrial Uses*, Info Fish International 3.

Sulistyo Putro,H., 2003, Studi Biokonversi Sampah Organik oleh Mikroba Probiotik Menggunakan Model Sampah Organik dalam Reaktor Sederhana. *Proseding Pemilihan Peneliti Remaja Indonesia II*, LIPI Jakarta.

Velde, K.V. and Kiekens, P., 2004, Structure Analysis and Degree of Substitution of Chitin, Chitosan and Dibuthyrylchitin by FT-IR spectroscopy and solid state ¹³C NMR, *Carbohydr. Polym.*, 58, 409-416.

TANYA JAWAB

1. Penanya : Muhammad Zamhari

Pertanyaan :

Apakah pemanfaatan kitosan dalam proses kertas daur ulang dari sisi ekonomis menguntungkan?

Jawaban :

Dari segi preparasi kitosan dari limbah cangkang kepiting, produksi kitosan bernilai ekonomis karena mengubah limbah yang tidak berharga menjadi material berharga dan banyak kegunaannya. Sedangkan ditinjau dari pemanfaatan untuk proses kertas daur ulang, kertas daur ulang yang dihasilkan lebih kuat dan halus sehingga penggunaan kertas daur ulang menjadi lebih banyak lagi, tidak hanya sekedar untuk kerajinan tangan.

2. Penanya : Agung Abadi K (UNPRI)

Pertanyaan :

Apa hubungan DD dengan kualitas kertas daur ulang?

Jawaban :

Penambahan kitosan dalam proses kertas daur ulang dapat mempererat jarak ikat antar serat-serat kertas akibat terjadinya ikatan hidrogen antara rantai kitosan dengan rantai selulosa. Semakin besar harga DD kitosan

(semakin banyak gugus amina) semakin banyak terjadi ikatan hidrogen antara rantai kitosan dengan rantai selulosa sehingga serat-serat kertas semakin rapat dan dihasilkan kertas yang makin halus dan kuat. Jadi, hubungan DD dengan kualitas kertas adalah semakin besar DD maka kualitas kertas semakin baik.

3. Penanya : Daniel (Univ. Mulawarman)

Pertanyaan :

Pada modifikasi antara kertas daur ulang dan kitosan, disini antara kitosan dan selulosa apakah terjadi reaksi atau interaksi? Mohon penjelasan!

Jawaban :

Diperkirakan terjadi interaksi antar rantai kitosan dengan rantai selulosa yang berupa ikatan hidrogen.

4. Penanya : Budi Hastuti (UNS)

Pertanyaan :

1). Apakah tujuan dilakukan penambahan kitin/kitosan pada kertas daur ulang? Apakah sebagai antibakteri? Kalau ya, bagaimana mekanismenya?

2). Mana yang lebih baik, pemakaian kitin atau kitosan ,hubungannya dengan kertas daur ulang?

Jawaban :

1). Kami hanya menambahkan kitosan saja, tidak kitin. Tujuannya sebagai agen perbaikan kertas ditinjau dari tingkat kehalusan dan kuat tarik kertas.

2). Kualitas kertas yang ditambahkan kitosan lebih baik dibandingkan dengan yang tanpa penambahan kitosan. Untuk penambahan kitin kami tidak melakukan, tetapi diprediksi lebih baik yang ditambahkan kitosan.