

Efektifitas Kitosan sebagai Inhibitor Korosi pada Baja Lunak dalam Air Gambut

Maria Erna^{1,2*}, Emriadi²⁾, Admin Alif ²⁾, dan Syukri Arief²⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau, Jalan HR. Subrantas Km 12,5, Panam, Pekanbaru 28293

²⁾Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis Unand, Padang 25163

Diterima 07-01-2010

Disetujui 25-11-2010

ABSTRACT

This research is intended to learn inhibition efficiency of mild steel corrosion in peat water using two type of chitosan. First chitosan is without treatment and the second one is synthesized by ionotropic gelation method and then is characterized by Fourier transform Infrared spectroscopy (FT-IR) and Scanning Electron Microscopy (SEM). Diameter of chitosan porous is about 500 nm which is measured based on morphological photo using SEM with inhomogeneous porous shape and porous distribution is unsmooth. Effect of chitin and chitosan on the corrosion of mild steel in peat water is studied using weight loss method. It is found that corrosion inhibition efficiency depends on peat water pH, inhibition technique and interaction time. The results show that inhibition efficiency of chitosan without treatment and with treatment are 88.73% and 93.32% respectively. The inhibition is assumed to occur via physisorption of the chitin and chitosan molecules on the metal surface. The Langmuir adsorption isotherm is tested for their fit to the experimental data.

Keywords: chitosan, inhibition corrosion, peat water, weight loss

PENDAHULUAN

Korosi merupakan bahaya nasional yang nyata dan secara ekonomi sangat merugikan. Berhubung di Indonesia secara kuantitatif belum pernah dihitung jumlah kerugian akibat serangan korosi, maka dapat diambil sebagai gambaran bahwa di Amerika kerugian akibat serangan korosi mencapai 15 miliar dollar per tahun atau sekitar 15 triliun rupiah kalau 1 dollar AS diapresiasi Rp 10.000,00. Misalkan jumlah kerugian akibat serangan korosi di Indonesia sebesar kira-kira 10% dari kerugian Amerika, maka jumlahnya mencapai Rp 1,5 triliun. Jumlah ini belum mencakup kehilangan jam produksi, ganti rugi kerusakan, klaim-klaim, biaya perbaikan, dan lain-lain (Widharto, 2004).

Salah satu cara untuk menghambat terjadinya korosi pada logam menggunakan senyawa-senyawa organik baik sebagai pelapisan maupun pencelupan inhibitor, yang pada prinsipnya mengisolasi permukaan baja dari media korosif. Adapun senyawa-senyawa organik yang biasa digunakan adalah golongan surfaktan, polimer, dan umumnya senyawa yang mengandung atom oksigen, nitrogen, sulfur, fosfor, dan senyawa aromatik serta mengandung ikatan

rangkap, karena memiliki pasangan elektron bebas dan elektron phi yang akan berikatan dengan logam.

Pada penelitian ini senyawa organik yang digunakan sebagai inhibitor korosi adalah kitosan karena bersifat biodegradable, bioaktif, biokompatible, polikationik, berat molekul tinggi, dapat diperbaharui, tidak toksik dan tidak larut dalam air tetapi larut dalam asam asetat. (Morimoto *et al.*, 2002). Selain itu kitosan mengandung gugus fungsi -OH dan -NH₂ yang banyak mengandung pasangan elektron bebas yang tidak stabil dan dapat berikatan langsung pada permukaan logam sehingga permukaan logam tidak mengalami kontak langsung dengan media korosif (Adriana *et al.*, 2000).

Berdasarkan penelitian Lundvall *et al.*, (2007), melaporkan bahwa kitosan dapat melindungi alloy aluminium (AA-2024) terhadap korosi. Caranya dengan mencelupkan alloy Al ke dalam larutan kitosan dalam asetat kemudian dikeringkan dan dicelupkan lagi dalam larutan tembaga asetat. Hasilnya menunjukkan bahwa lapisan kitosan yang terbentuk pada permukaan logam adalah mulus dan homogen sehingga kitosan dapat digunakan sebagai proteksi korosi.

*Telp: +628127613472

Email: bun_erna@yahoo.com

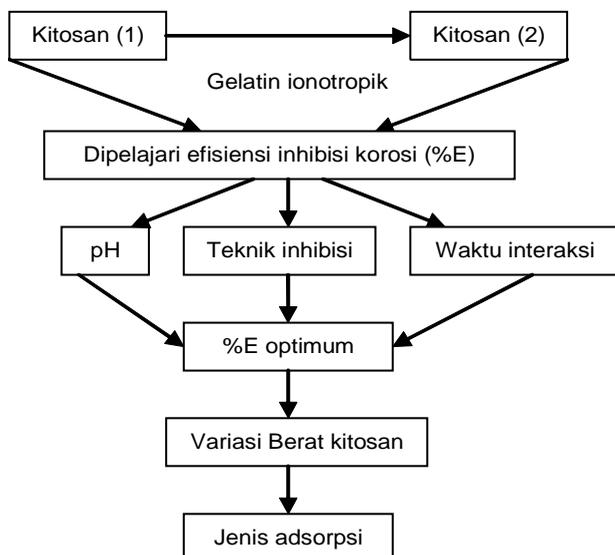
Senyawa organik kitosan yang digunakan ada dua jenis, pertama kitosan tanpa perlakuan (Kitosan 1) dan kedua kitosan diubah dalam bentuk gelatin yang dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* dan *Fourier transform Infrared spectroscopy FT-IR* (Kitosan 2).

Kitosan ini sudah banyak diaplikasikan dalam obat dan immobilisasi enzim seperti yang dilaporkan oleh Tang (2007). Dari penelusuran literatur penggunaan kitosan sebagai inhibitor korosi pada baja dalam media air gambut belum ada dilaporkan. Air gambut digunakan karena bersifat asam dengan pH 3-6. Penelitian ini penting dilakukan agar keberadaan air gambut di alam tidak mengganggu dan pembangunan fasilitas tetap berjalan, hal ini disebabkan peranan air gambut di alam menjaga kelembaban udara dan kelestarian alam.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah kitosan (1) (produksi laboratorium kimia analitik IPB), etanol, natrium polifosfat (Merck), NaOH, HCl, lempengan baja lunak dengan kode BJTP 24 (0,16%C; 0,19% Si; 4,8% Mn; 0,16% P; 0,22% S), kertas pasir karbit silikon 100, 200, dan 400-grit, asam asetat, NH₄OH, CHCl₄, aseton, deterjen, air gambut dan aquadest, sedangkan peralatan yang digunakan timbangan analitik, oven, pH meter, shaker, seperangkat alat refluks, *Fourier transform Infrared spectroscopy (FT-IR)*, *Scanning Electron Microscopy (SEM)*, dan peralatan gelas yang umum dipakai.

Metode yang digunakan untuk menentukan efektifitas inhibisi kitosan adalah dengan metode berat hilang (*Weight Loss Method*). Parameter yang dipelajari



Gambar 1. Diagram alir penelitian

adalah pengaruh pH air gambut, teknik inhibisi, dan waktu pencelupan baja, sedangkan data pengaruh berat kitosan digunakan untuk menghitung energi Gibbs absorpsi dan jenis absorpsinya. Energi aktivasi dihitung berdasarkan data pengaruh temperatur. Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 dengan prosedur sebagai berikut.

Kitosan (2) disintesis dengan metode Tang *et al.*, (2007) yaitu kitosan (1) 20 mg dilarutkan dalam 40 ml asam asetat 2% (v/v) dan tambahkan 20 ml natrium polifosfat 0,75 mg/ml. Kemudian campuran diaduk sampai homogen dan diendapkan menggunakan sentrifus. Kitosan siap dikarakterisasi bentuk morfologinya dengan *SEM*.

Penentuan Efisiensi inhibisi Korosi dilakukan dengan mempersiapkan lempengan baja lunak 1 x 2 cm² dan digosok permukaannya dengan kertas pasir karbit silikon 400-grit dan dibilas dengan aseton, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 15 menit. Lalu disiapkan pH air gambut dengan variasi pH 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 serta siapkan kitosan (1) dan (2) sebanyak 3 mg. Spesimen direndam atau dilapisi dalam media korosif dengan variasi waktu 1, 3, 5, 7, 8, dan 9 hari pada temperatur ruang, kemudian spesimen dibilas dengan kloroform, aseton, dan dibros serta dicuci dengan air dan dikeringkan dalam oven pada 60°C. Selanjutnya spesimen ditimbang kembali dan dihitung efisiensi inhibisinya dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R, \text{Laju korosi logam (mdd)} = \frac{W}{S.t} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:
 R adalah laju korosi logam (mdd = mg/dm².day)
 W adalah berat logam yang hilang (mg)
 S adalah luas penampang logam yang terkorosi (dm²)
 t adalah waktu proses korosi (hari)

$$E = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:
 E = Efisiensi inhibitor
 R₁ = Laju korosi logam tanpa inhibitor
 R₂ = Laju korosi logam dengan menggunakan inhibitor

Penentuan jenis adsorpsi dilakukan dengan mempersiapkan air gambut dengan pH, teknik inhibisi, waktu pencelupan, dan temperatur pencelupan optimum. Kemudian disiapkan kitosan (1) dan (2)

dengan variasi berat 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 (mg) lalu spesimen baja dicelupkan dalam air gambut. Jenis adsorpsi ditentukan menggunakan persamaan (3), (4) dan (5) (Cheng *et al.*, 2007).

$$\frac{C}{\theta} = \frac{1}{K} + C \dots\dots\dots(3)$$

dimana C adalah berat molekul monomer, K adalah koefisien adsorpsi dan q adalah luas permukaan baja yang tertutup yang dihitung menggunakan persamaan:

$$\theta = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \dots\dots\dots(4)$$

Jika diplot C/q terhadap C membentuk garis lurus, maka peristiwa tersebut mematuhi persamaan isotherm Langmuir. Nilai energi bebas adsorpsi (ΔG^0) dapat dihitung dari persamaan:

$$K = \frac{1}{55,5} \exp \left(- \frac{\Delta G^0}{RT} \right) \dots\dots\dots(5)$$

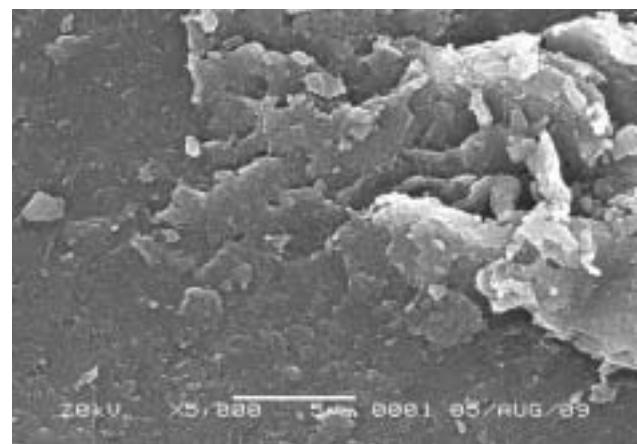
R adalah konstanta gas

HASIL DAN PEMBAHASAN

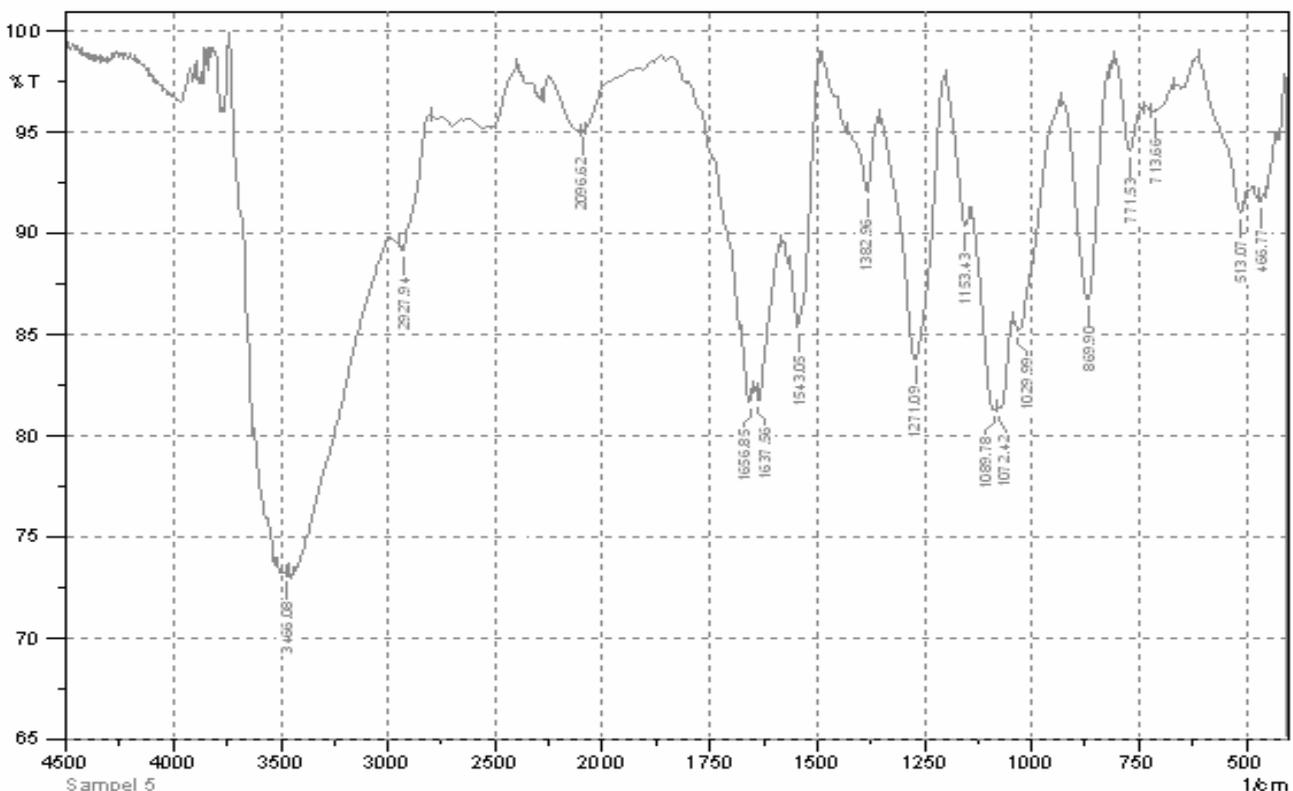
Kitosan (2) terbentuk akibat interaksi antara gugus negatif dari tripoliphospat dengan muatan positif gugus amino dari kitosan. Hal ini disebabkan kemampuan kitosan secara cepat membentuk gel dengan polianion yaitu membentuk ikatan silang inter dan intramolekul (Aktas *et al.*, 2005).

Spektrum *FT-IR* kitosan (2) dapat dilihat pada Gambar 2, dimana bentuk puncak-puncak spektrumnya lebih tajam dari kitosan (1) dan puncaknya bergeser ke bilangan gelombang lebih besar, yaitu 3466 (O-H stretch), 2927 (C-H stretch), 1658 (N-H bend), 1271 (bridge O stretch) dan 1089cm⁻¹(C-O stretch).

Diameter ukuran pori-pori permukaan kitosan(2) diukur berdasarkan foto morfologi dengan menggunakan *SEM* dapat dilihat pada Gambar 3, yaitu ~ 500 nm dengan bentuk tidak seragam dan distribusi pori-pori tidak merata. Ukuran pori-pori kitosan (2) belum maksimal karena tergantung pada konsentrasi, berat molekul dan kondisi campuran pada saat disintesis.



Gambar 3. Foto permukaan kitosan(2)

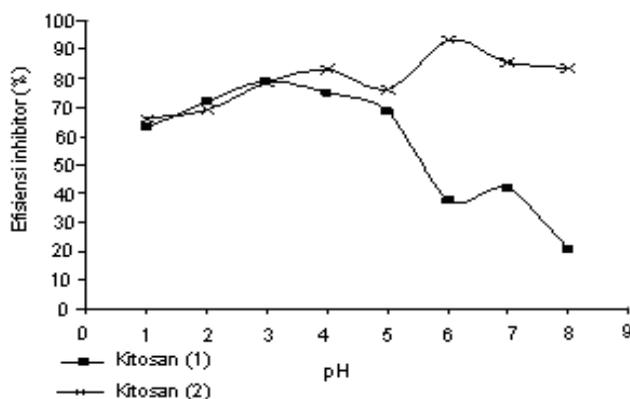


Gambar 2. Spektrum *FT-IR* kitosan(2)

Gambar 4, menunjukkan efisiensi inhibisi partikel kitosan (1) dan (2) optimum terjadi pada pH 3 dan 6 yaitu 79,28% dan 93,32%. Untuk kitosan (1) pH 3 akan larut sehingga mempermudah gugus fungsinya (-OH dan -NH₂) berikatan dengan permukaan baja, sedangkan kitosan (2) di bawah pH 6, efisiensi inhibisi kecenderungannya menurun karena kitosan mengalami protonasi sehingga jumlah atom-atom nitrogen dengan elektron bebasnya menurun dalam media (Zangmeister *et al.*, 2006). Pada pH 6 kitosan mulai dapat larut sehingga mempermudah gugus fungsinya (-OH dan -NH₂) berikatan dengan permukaan baja. Pada pH lebih tinggi stabilitas kelarutan sangat terbatas dan cenderung terjadi pengendapan sehingga efisiensinya menurun.

Tabel 1 menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan (1) mengalami kenaikan dari teknik pencelupan menjadi pelapisan adalah kitosan yaitu dari 79,28 menjadi 88,73%. Hal ini terjadi karena pada saat dilapiskan pada baja kitosan berkemampuan membentuk lapisan pada permukaan sehingga memperlambat baja kontak dengan udara, sedangkan kitosan (2) mengalami penurunan dari teknik pencelupan menjadi pelapisan yaitu dari 93,32% menjadi 67,65%. Hal ini terjadi karena kitosan tidak menutupi seluruh permukaan baja pada saat dilapisi.

Gambar 5, menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi korosi kitosan(1) dan (2) terhadap waktu interaksi optimum sama-sama terjadi pada waktu 3 hari. Efisiensi inhibisi menurun setelah 3 hari, karena kapasitas gugus fungsinya untuk teradsorpsi pada permukaan baja



Gambar 4. Efisiensi inhibisi korosi terhadap pH air gambut

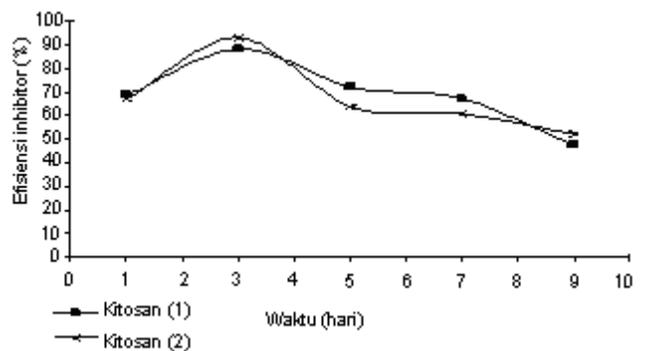
Tabel 1. Pengaruh teknik inhibisi terhadap efisiensi inhibisi korosi

Efisiensi inhibisi (%)	Kitosan(1)	Kitosan(2)
Pencelupan	79,28	93,32
Pelapisan	88,73	67,65

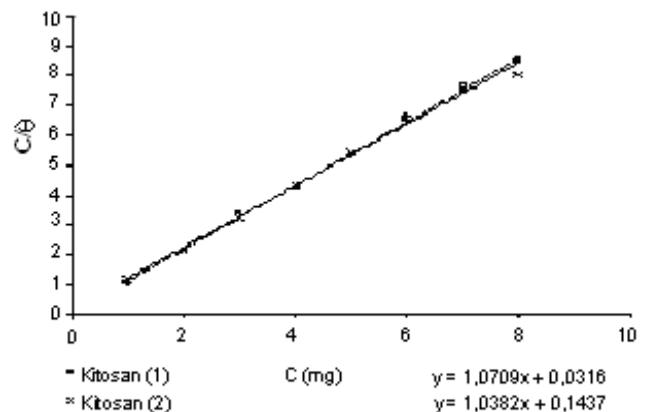
sudah maksimum dan tidak dapat membentuk lapisan kompleks yang stabil, sehingga menurunkan laju korosi. Adapun plot antara C/q terhadap C untuk inhibitor kitosan dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan nilai intersep grafik maka didapatkan nilai ΔG^0_{ads} untuk masing-masing kitosan adalah $-18,68 \text{ kJ mol}^{-1}$ dan $-17,89 \text{ kJ mol}^{-1}$. Adsorpsi kitosan pada permukaan baja bersifat spontan karena nilai ΔG^0 negatif. Sedangkan jenis adsorpsinya adalah adsorpsi fisika, karena nilai ΔG^0 mendekati -20 kJ mol^{-1} (Bouklah *et al.*, 2006), hal ini disebabkan interaksi elektrostatik antara muatan molekul kitosan dengan muatan logam pada baja yaitu ion Fe.

KESIMPULAN

Kitosan dapat digunakan sebagai inhibitor korosi pada baja dalam air gambut. Adapun kondisi optimum kitosan (1) terjadi pada pH 3, teknik inhibisinya pelapisan dan waktu interaksi selama 3 hari yaitu sebesar 88,73%, sedangkan kitosan (2) terjadi pada pH 6, teknik inhibisinya pencelupan dan waktu interaksi selama 3 hari yaitu sebesar 93,32%. Sedangkan jenis adsorpsi kitosan pada permukaan baja merupakan adsorpsi fisika dan bersifat spontan.



Gambar 5. Efisiensi inhibisi terhadap waktu interaksi



Gambar 6. Kurva adsorpsi Langmuir pada baja dalam air gambut

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih atas dana yang diberikan oleh Universitas Riau melalui Penelitian Hibah Bersaing tahun anggaran 2009 No: 0198.0/023-04.2/IV/2009. Sehingga peneliti dapat melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, Mudjijati & Hermawan.** 2000. Pengaruh Penambahan Vitamin C, B₂ dan B₆ terhadap Laju Korosi Besi. *Prosiding Seminar Kimia Bersama ITB-UKM IV* 148-154.
- Aktas, Y., Andrieux, K., Alonso, M.J. & Calvo, P.** 2005. Preparation and *in vitro* evaluation of chitosan nanoparticles containing a caspase inhibitor. *International Journal of Pharmaceutics* **298**: 378-383.
- Bouklah, M., Hammouti, B., Lagrenee, M. & Bentiss, F.** 2006. Thermodynamic properties of 2,5-bis(4-methoxyphenyl)-1,3,4-oxadiazole as a corrosion inhibitor for mild steel in normal sulfuric acid medium, *Corrosion Science* **48**: 2831-2842.
- Cheng, S., Chen, S., Liu, T., Cahang, X. & Yin, Y.** 2007. Carboxymethylchitosan as an ecofriendly inhibitor for mild steel in 1 M HCl. *Materials Letters* **61**: 3276-3280.
- Lundvall, O., Gulppi, M., Paes, M.A. & Gonzalez, O.E.** 2007. Copper modified chitosan for protection of AA-2024. *Surface & Coatings Technology* **201**: 5973-5978.
- Morimoto, Minoru, Saimoto, Hiroyuki & Yoshihiro.** 2002. Control of Functions of Chitin and Chitosan by Chemical Modification. **14**: 205-222.
- Tang, Z.X., Qian, J.Q. & Shi, L.U.** 2007. Characterizations of immobilized neutral lipase on chitosan nano-particles. *Materials Letters* **61**: 37-40.
- Widharto, S.** 2004. *Karat dan Pencegahan*. Penerbit PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 180 hal.
- Zangmeister, R.A., Park, J.J. & Tarlov, M.J.** 2006. Electrochemical study of chitosan films deposited from solution at reducing potential. *Electrochimica Acta* **51**: 5324-5333.