

## EFEKTIFITAS KARBOKSIMETIL KITOSAN SEBAGAI INHIBITOR KOROSI BAJA LUNAK DALAM AIR GAMBUT

Maria Erna<sup>(1)</sup>, Emriadi<sup>(2)</sup>, Admin Alif<sup>(2)</sup> dan Syukri Arief<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Program Pascasarjana Jurusan Kimia Universitas Andalas, Padang

<sup>(2)</sup> Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas, Padang

### ABSTRACT

Carboxymethyl chitosan (CMC) was synthesized using method by Pang (2007) and characterized by Fourier transform Infrared spectroscopy (FT-IR). Based spectrum shape FT-IR that CMC was synthesized had spectrum shape same with reference. The inhibiting influence of CMC on the corrosion of mild steel in peat water was studied using weight loss methods. It was found that corrosion inhibition efficiency was dependent on water pH, inhibition technique and interaction time. It was found that corrosion inhibition efficiency was dependent on water pH, inhibition technique and interaction time. Results obtained revealed that KMK inhibition efficiency at optimum, i.e., 93,66%. The inhibition was assumed to occur via physisorption of the CMC molecules on the metal surface with value  $\Delta G_{ads}^{\circ}$  17,055 kJ mol<sup>-1</sup>. The Langmuir adsorption isotherm was tested for their fit to the experimental data. The apparent activation energies for the corrosion reaction was determined using Arrhenius plots for the steel corrosion rate.

*Keyword:* chitin, chitosan, carboxymethyl chitosan, chitosan nano-particles, inhibition corrosion, peat water

### PENDAHULUAN

Korosi pada baja merupakan masalah serius yang harus ditanggulangi, karena berhubungan dengan keselamatan kerja dan biaya. Untuk memperlambat laju korosi pada baja dapat digunakan salah satunya dengan cara menggunakan inhibitor organik. Pada penelitian ini digunakan inhibitor organik alami yaitu Karboksimetil kitosan (KMK) yang merupakan turunan dari kitosan. Kitosan merupakan hasil deasetilasi (kehilangan gugus asetil) dari kitin. Kitin diisolasi dari kulit invertebrata laut (misalnya udang, ketam dan kepiting), serangga, jamur serta ragi. (Morimoto, 2002)

Kitin dan kitosan telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri, antara lain sebagai penstabil lemak dan penstabil rasa dalam industri makanan, bahan aditif untuk sampo, tekstil dan kosmetik, bahan antibakteri sehingga kitosan dapat digunakan sebagai pengawet makanan, immobilisasi bakteri, absorbent untuk penyerap logam berat dan pemurnian air. (Burke, *et, al*, 2000)



Pada penelitian ini KMK disintesis dari kitosan dan digunakan sebagai inhibitor korosi pada baja dalam media air gambut. KMK digunakan karena bersifat larut dalam air dan amphiprotik, hal ini disebabkan KMK mengandung gugus -COOH dan -NH<sub>2</sub> dalam molekulnya yang kaya akan pasangan-pasangan elektron bebas. Selain itu KMK ramah terhadap lingkungan karena tidak toksik dan dapat didegradasi. (Cheng, *et al*, 2007)

Ada beberapa parameter yang dipelajari dalam penelitian ini yaitu pengaruh pH air gambut, teknik inhibisi dan waktu interaksi dengan baja. Sedangkan pengaruh berat KMK, datanya digunakan untuk menghitung energi Gibbs absorpsi dan jenis absorpsinya. Kemudian energi aktivasi dihitung berdasarkan data variasi temperatur yang terjadi pada kondisi optimum

Penelitian ini menggunakan media korosifnya air gambut, karena mengingat pembangunan sarana dan prasarana di kota Pekanbaru akhir-akhir ini berkembang sangat pesat ditandai dengan pembangunan infrastruktur seperti pembuatan ruko-ruko, jembatan, gedung-gedung dan perumahan-perumahan yang tidak terlepas dari penggunaan baja sebagai konstruksinya. Agar serangan korosi serendah mungkin dan dapat melampaui nilai ekonomisnya atau jangan ada logam yang menjadi rongsongan sebelum waktunya, maka sangat diperlukan penelitian untuk mendapatkan cara pengendalian korosi tanpa mengganggu keberadaan air gambut itu sendiri dilingkungannya, karena air gambut berperan dalam menjaga kelembaban udara, kesetimbangan dan kelestarian alam.

Dari penelitian ini didapatkan persen efisiensi inhibisi korosi, jenis adsorpsi dan energi aktivasi untuk terjadinya korosi pada baja lunak dalam air gambut.

## **BAHAN DAN METODE**

Bahan yang digunakan adalah kitosan (produksi laboratorium kimia analitik IPB), asam monokloroasetat (R&M), isopropanol (J.T.Baker), etanol, NaOH, HCl, lempengan baja lunak 2 x1 cm<sup>2</sup> 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, NH<sub>4</sub>OH, CHCl<sub>4</sub>, aseton, deterjen, air gambut (Didesa Rimbo panjang km 30 Kampar ) dan aquadest. Sedangkan peralatan yang digunakan timbangan analitik, oven, pH

meter, shaker, seperangkat alat refluks, *Fourier transform Infrared spectroscopy (FT-IR)* dan peralatan gelas yang umum dipakai.

Metode yang digunakan untuk mensintesis karboksimetil kitosan adalah metode Pang, *et.al*, 2007 yaitu kitosan 1 g tambahkan NaOH 1,35 g dan pelarut (aquadest 2 mL + Isopropanol 8 mL), lalu masukkan kedalam water bath 60°C. Kemudian tambahkan asam monokloroasetat 1,5 g yang telah dilarutkan kedalam isopropanol 2 mL dan direaksikan selama 4 jam. Reaksi dihentikan dengan menambahkan etanol 70% 20 mL. Padatan disaring dan dicuci dengan etanol 90% serta dikeringkan pada temperatur ruang dan siap dikarakterisasi dengan *FT-IR*.

Penentuan Efisiensi inhibisi Korosi dilakukan dengan mempersiapkan lempengan baja lunak 1 x 2 cm<sup>2</sup> 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 kitin dan turunannya sebanyak 3 mg. Lalu 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 : W adalah berat logam yang hilang (mg)  
S adalah luas penampang logam yang terkorosi (dm<sup>2</sup>)  
t adalah waktu proses korosi (hari)

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

Keterangan : E = Efisiensi inhibitor  
R<sub>1</sub> = Laju korosi logam tanpa inhibitor  
R<sub>2</sub> = 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 kitin dan turunannya 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).

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

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

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

Jika diplotting  $C/\theta$  terhadap C membentuk garis lurus, maka peristiwa tersebut mematuhi persamaan isotherm Langmuir. Nilai energi bebas adsorpsi ( $\Delta G^0$ ) dapat dihitung dari persamaan:

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

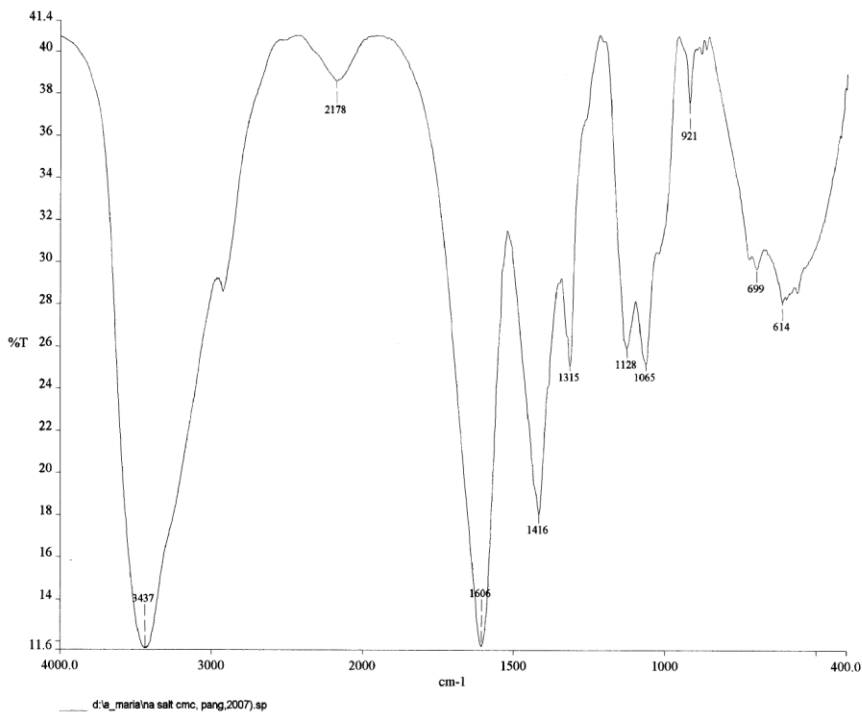
Penentuan energi aktivasi korosi dilakukan dengan mempersiapkan air gambut dengan pH, teknik inhibisi, waktu pencelupan dan berat kitin dan turunannya yang optimum. Lalu spesimen direndam dalam media korosif dengan variasi temperatur ( 25, 30, 35, 40, 45, dan 50 °C). Ea ditentukan dengan menggunakan persamaan (6).

$$R' = k \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \dots\dots\dots(6)$$

Dimana k adalah konstanta pre-eksponensial Arrhenius, T adalah temperatur absolut dan R adalah konstanta gas (Bouklah,*et.al*, 2006).

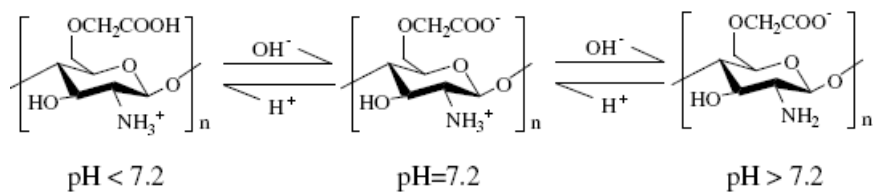
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektrum *FT-IR* KMK yang disintesis dapat dilihat pada Gambar 1. Vibrasi stretching gugus O-H dan N-H terjadi pada  $3437\text{cm}^{-1}$  dan puncak khas KMK terjadi pada  $1606$  dan  $1416\text{ cm}^{-1}$  yaitu gugus  $-\text{COO}-$  yang menunjukkan karboksimetilasi terjadinya pada gugus amino kitosan. Puncak  $1065\text{ cm}^{-1}$  menjadi lebih tajam dibandingkan dengan spektrum kitosan dan puncak alkohol primer pada  $1030\text{ cm}^{-1}$  tidak signifikan, hal ini menunjukkan juga bahwa karboksimetilasi terjadi pada gugus hidroksil primer pada kitosan. Berdasarkan analisa spektrum *FT-IR* ini menyatakan KMK yang terbentuk merupakan N,O-KMK yaitu gugus karboksimetil terjadi pada posisi N dan O (Liu, *et.al*, 2001).

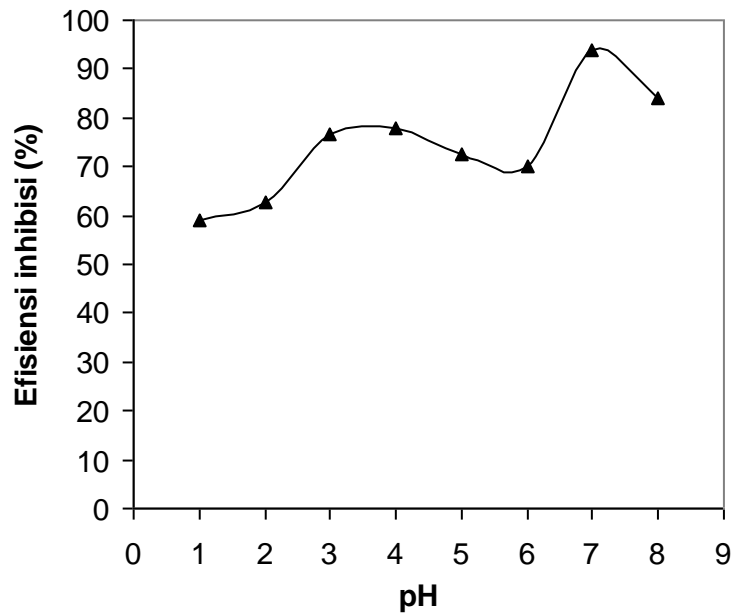


**Gambar 1.** Spektrum *FT-IR* Karboksimetil Kitosan

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai pH dapat mempengaruhi efisiensi inhibisi korosi dari KMK pada baja dalam air gambut. Terlihat bahwa efisiensi inhibisi KMK optimum terjadi pada pH 7 yaitu 93,66%, hal ini disebabkan karboksimetil kitosan bersifat amphiprotik pada pH tersebut . Persamaan reaksinya dapat dilihat dibawah ini (Sun,*et.al*,2006).



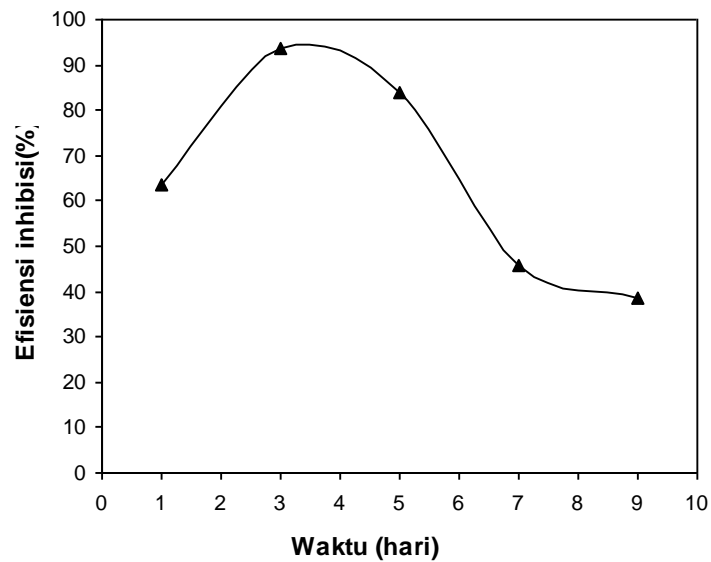
Dalam suasana asam lemah yaitu gugus  $-\text{NH}_3^+$  akan teradsorpsi dalam orbital-  
d Fe yang setengah penuh. Sedangkan dalam suasana basa lemah gugus fungsi  $-\text{COO}^-$   
akan mengikat Fe yang bermuatan +, sehingga efisiensi karboksimetil kitosan optimum  
terjadi pada pH 7.



**Gambar 2.** Efisiensi inhibisi korosi terhadap pH air gambut

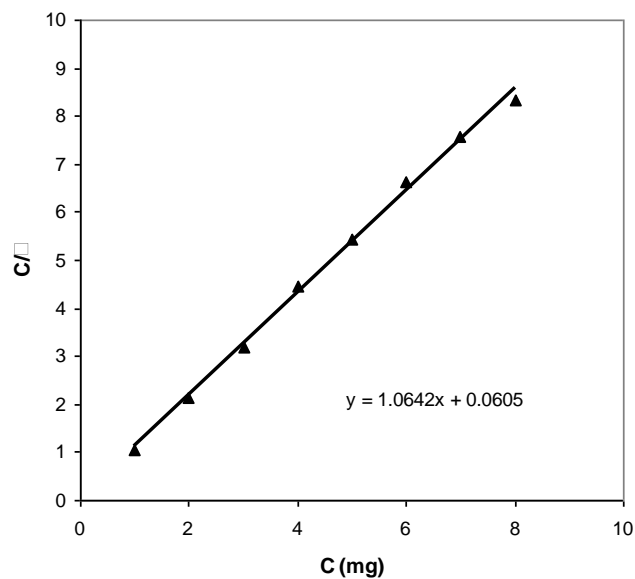
Sedangkan efisiensi inhibisi KMK mengalami penurunan sedikit dari teknik pencelupan menjadi pelapisan yaitu dari 93,66% menjadi 90,86%. Hal ini disebabkan KMK bersifat larut dalam air sehingga permukaan baja terbuka dan kontak dengan udara.

Gambar 3, menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi korosi dipengaruhi oleh waktu pencelupan baja dalam media korosif. Waktu interaksi optimum untuk KMK yaitu selama 3 hari. Efisiensi inhibisi KMK menurun setelah 3 hari, karena kapasitas gugus fungsinya untuk teradsorpsi pada permukaan baja sudah maksimum dan tidak dapat membentuk lapisan kompleks yang stabil, sehingga menurunkan laju korosi.



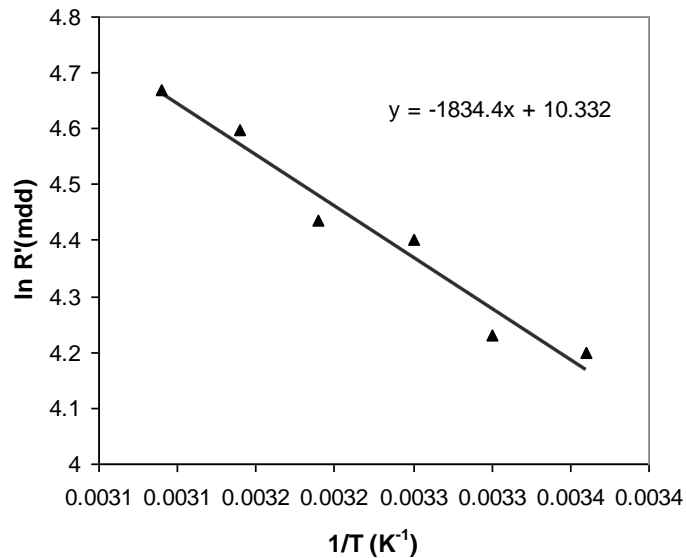
**Gambar 3.** Efisiensi inhibisi terhadap waktu interaksi

Adapun plot antara  $C/\theta$  terhadap  $C$  untuk inhibitor kitin dan turunannya dapat dilihat pada Gambar 4. Dengan menghitung nilai  $K_{ads}$  maka nilai  $\Delta G^{\circ}_{ads}$  dapat ditentukan yaitu  $-17,055 \text{ kJmol}^{-1}$ . Adsorpsi KMK pada permukaan baja bersifat spontan karena nilai  $\Delta G^{\circ}$  negatif. Sedangkan jenis adsorpsinya adalah adsorpsi fisika, karena nilai  $\Delta G^{\circ}$  mendekati  $-20 \text{ kJmol}^{-1}$  (Bouklah, *et.al*, 2006), hal ini terjadi karena interaksi elektrostatik antara muatan molekul dengan muatan pada logam.



**Gambar 4.** Kurva adsorpsi Langmuir pada baja dalam air gambut

Berdasarkan Gambar 5,  $E_a$  dari KMK dapat dihitung yaitu  $220,64 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan bahwa proses korosi pada baja yang telah menggunakan KMK sulit terjadi karena gugus fungsi KMK lebih mudah bereaksi membentuk senyawa kompleks yang akan melindungi permukaan baja.



**Gambar 5.** Plot Arrhenius dari  $\ln R'$  terhadap  $1/T$

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan spektrum *FT-IR* bahwa karboksimetil kitosan yang disintesis mempunyai spektrum yang sama dengan referensi.
- Efisiensi inhibisi korosi KMK optimum terjadi pada pH 7, teknik pencelupan dan waktu interaksi 3 hari yaitu 93,66%
- Jenis adsorpsi KMK pada permukaan baja lunak dalam air gambut merupakan adsorpsi fisika dan bersifat spontan.
- Nilai  $\Delta G_{\text{ads}}^{\circ}$  dan  $E_a$  dari KMK adalah  $-17,055 \text{ kJmol}^{-1}$  dan  $220,64 \text{ kJ mol}^{-1}$ .



## DAFTAR PUSTAKA

**Bouklah, M., Hammouti, B., Lagrenee, M., and 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

**Burke, A., Yilmaz, E dan Hasirci, N. 2000.** Evaluation of Chitosan As a Potential Medical Iron (III) Ion Adsorbent. *Turki J. Med Sci*. **30**: 341-348

**Cheng, S., Chen, S., Liu, T., Cahang, X and Yin, Y. 2007.** Carboxymethylchitosan as an ecofriendly inhibitor for mild steel in 1 M HCl. *Materials Letters*. **61**: 3276 – 3280

**Liu, X.F., Guan, Y.L, Yang, D.Z., Li, Z and You, K.D. 2001.** Antibacterial action of chitosan and carboxymethylated chitosan. *Journal of Applied Polymer Science*. **79**: 1324-1335

**Morimoto, Minoru, Saimoto, Hiroyuki and Yoshihiro. 2002.** Control of Functions of Chitin and Chitosan by Chemical Modification. **14**: 205-222

**Sun, L., Du, Y., Fan, L and Yang, J. 2006.** Preparation, Characterization and Antimicrobial Activity of Quarternized Caarboxymetyl-Chitosan and Application as Pulp-Cap. *Polymer*. **47**: 1796-1804

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih atas dana yang diberikan oleh DIKTI melalui Penelitian Hibah Bersaing Universitas Riau sehingga penelitian ini dapat dilakukan.

