

EFEKTIVITAS KITOSAN SEBAGAI PELAPIS (COATING) KOROSI PADA LOGAM Zn, Fe, Al DALAM MEDIA HCl DAN H₂SO₄

Maria Erna¹, Susilawati¹, Roza Linda¹, Herdini¹, Zaza Fikrati Auliyani² dan
Eka Surya Dharma²

¹ Program Studi Pend. Kimia FKIP, Universitas Riau, Pekanbaru

² Mahasiswa Prodi Pend. Kimia FKIP, Universitas Riau, Pekanbaru

*Email: mariaerna@lecturer.unri.ac.id

**Email: susilawati@lecturer.unri.ac.id

Diterima: 29 November 2016. Disetujui: 19 Juli 2017. Dipublikasikan: 30 Juli 2017

Abstract: The aim of this research of to study the effectiveness of chitosan as corrosion coating on Zn, Fe and Al metals in HCl and H₂SO₄ media. The efficiency of corrosion inhibition was determined using weight loss Method. The effectiveness of corrosion inhibition optimum chitosan solution occurs on Fe metal in 2M HCl media with immersion time 3 days which is 70.83%. While the optimum effectiveness of corrosion inhibition in H₂SO₄ media occurred on Al, reaching 57.57% with immersion time 2 days and the concentration of 2M H₂SO₄. Results optical photograph show that the color changes Zn and Fe metal surface when coated with chitosan solution, except on metal Al does not change color. Inhibition efficiency of corrosion on the metal ion is affected by the ions mobility of the metal environment.

Keywords: Corrosion Coating, Zn, Fe and Al metal, Chitosan, Efficiency

Abstrak: Tujuan penelitian ini untuk mempelajari efektifitas kitosan sebagai pelapis (coating) korosi pada logam Zn, Fe dan Al dalam media HCl dan H₂SO₄. Efisiensi inhibisi korosi ditentukan dengan menggunakan metode pengukuran berat hilang (Weight Loss Method). Efektifitas inhibisi korosi larutan kitosan optimum terjadi pada logam Fe dalam media HCl 2M dengan waktu perendaman 3 hari yaitu sebesar 70, 83%, sedangkan efektifitas inhibisi korosi optimum dalam media H₂SO₄ terjadi pada logam Al yaitu mencapai 57,57% dengan waktu perendaman 2 hari dan konsentrasi H₂SO₄ 2M. Hasil foto optik memperlihatkan terjadi perubahan warna permukaan logam Zn dan Fe jika dilapisi dengan larutan kitosan, kecuali pada logam Al tidak terjadi perubahan warna. Efisiensi inhibisi korosi pada logam dipengaruhi oleh mobilitas ion dari lingkungan logam.

Kata kunci: Lapisan korosi, Logam Zn, Fe dan Al, Kitosan, Efisiensi

PENDAHULUAN

Korosi merupakan terurainya logam dan campurannya akibat lingkungan secara elektrokimia. Secara Termodinamika korosi terjadi akibat perbedaan nilai potensial elektroda anoda dan katoda besar. Fenomena korosi pada logam sangat banyak kita temui dalam kehidupan sehari-hari yang sering diabaikan. Walaupun masalah korosi tidak dapat dihindarkan tetapi dapat dikontrol dan dicegah. Pencegahan korosi dapat dilakukan dengan metode pelapisan pada permukaan logam, proteksi anodik, proteksi katodik dan penggunaan inhibitor korosi.

Zat pelapis organik (*Organic coating*) sering digunakan untuk mencegah korosi pada logam. Kinerja optimum dari lapisan penghalang akan didapat bila permukaan logam telah dipreparasi dengan baik. Pemilihan metode preparasi permukaan bergantung pada logam yang akan dilapisi, bentuk dan ukuran komponen logam, sistem pelapisan, dan kondisi lingkungan di mana komponen logam ditempatkan (Karim & Yusuf, 2012).

Pada penelitian ini dipelajari efektifitas kitosan sebagai pelapis (*coating*) korosi pada Zn, Fe dan Al dalam media asam yaitu HCl dan H₂SO₄. Kitosan merupakan senyawa organik

turunan dari kitin yang merupakan penyusun kulit hewan-hewan krustasea, seperti udang, kerang, dan juga beberapa eksoskeleton dari serangga serta dinding sel dari beberapa jenis fungi. Untuk memperoleh kitosan dari kitin dilakukan deasetilasi basa parsial. Kitin merupakan polisakarida terbanyak kedua di dunia setelah selulosa, tidak larut dalam pelarut apapun. Hal ini yang mempersulit dalam proses dan aplikasinya, tetapi turunan deasetilasinya yaitu kitosan, dapat larut dalam suasana asam. Kitosan banyak dimanfaatkan dalam beragam industri dengan alasan limbah industri makanan laut begitu besar dan perlu untuk diolah menjadi sesuatu yang berguna. Kitosan muncul sebagai alternatif untuk sistem konvensional berupa pelapisan untuk mencegah degradasi bahan korosif. Hasil penelitian Erna, dkk (2009 dan 2011) memperlihatkan bahwa senyawa turunan kitosan dapat digunakan sebagai inhibitor korosi pada baja.

Efektifitas kitosan sebagai pelapis korosi pada permukaan logam Zn, Fe dan Al dipelajari dengan menggunakan metode berat hilang (*weight loss*). Data yang diperoleh adalah laju dan efisiensi inhibisi korosi. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan pelapis korosi pada logam yang tahan terhadap

serangan asam kuat seperti HCl dan H₂SO₄.

METODE

Bahan yang digunakan adalah cangkang udang, H₂SO₄, HCl, NaOH, etanol, asam asetat, lempengan logam Zn, Fe dan Al, kertas pasir karbit silikon 100,200, dan 400-grit dan aquadest. Sedangkan peralatan yang digunakan timbangan analitik, seperangkat alat refluks, oven, *FT-IR* dan peralatan gelas yang umum dipakai.

Isolasi Kitin Dari Limbah Udang

Limbah cangkang udang dibersihkan dengan cara dicuci, kemudian dikeringkan dalam oven selama 5 jam pada suhu 70- 75⁰C. Cangkang udang yang telah kering diblender hingga menjadi serbuk. 100 gr serbuk dimasukkan kedalam gelas piala dan ditambahkan 1 liter NaOH 1N, kemudian dipanaskan pada suhu 80⁰C selama 3 jam sambil diaduk. Campuran disaring dan dicuci serta dimasukkan kembali kedalam gelas piala, lalu ditambahkan 1 liter HCl 1N dan dibiarkan selama 12 jam pada suhu kamar. Perlakuan NaOH dan HCl diulang sebanyak dua kali, setelah itu kitin yang diperoleh direfluks dengan

aseton hingga terbentuk butiran-butiran putih (Fernandes, 2004).

Perubahan Kitin Menjadi Kitosan

Kitin sebanyak 20 gr ditambahkan 200 ml NaOH 47% dan dipanaskan pada suhu 110⁰C selama empat jam, kemudian dilakukan penyaringan, pencucian dan pengeringan. Sampel siap dikarakterisasi menggunakan peralatan *Fourier transform Infrared spectroscopy (FT-IR)*.

Penentuan Efektivitas Kitosan Sebagai Pelapis Korosi Pada Logam

Disiapkan lempengan logam Zn, Fe dan Al dan dipotong dengan ukuran 1 x 2 cm² dan dibersihkan permukaannya dengan kertas pasir karbit silikon 100, 200 dan 400-grit dan dibilas dengan air, aseton dan etanol. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C selama 15 menit dan ditimbang. Kemudian kitosan sebanyak 20 mg dilarutkan dalam 40 mL asam asetat 2% lalu dioleskan pada permukaan lempengan logam sampai kering. Disiapkan larutan HCl dengan konsentrasi 1 M dan dicelupkan lempengan logam yang sudah dioleskan larutan kitosan dengan variasi waktu (10, 20 dan 30 menit). Selanjutnya lempengan logam ditimbang kembali dan dihitung laju korosi menggunakan persamaan berikut:

$$r_1, \text{Laju korosi tanpa inhibitor (mdd)} = \frac{W}{S.t}$$

Keterangan:

- W adalah berat baja yang hilang (mg), S adalah luas penampang baja yang terkorosi (dm^2), dan
- t adalah waktu proses korosi (hari).

Persamaan penentuan efektifitas kitosan (Baboian, 2005; Bardal, 2003) sebagai pelapis korosi pada logam digunakan metode berat hilang dengan persamaan dibawah ini:

$$E(\%) = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100$$

Keterangan :

E = Efisiensi inhibisi korosi,

r_1 = Laju korosi logam tanpa inhibitor dan

r_2 = Laju korosi logam dengan menggunakan inhibitor

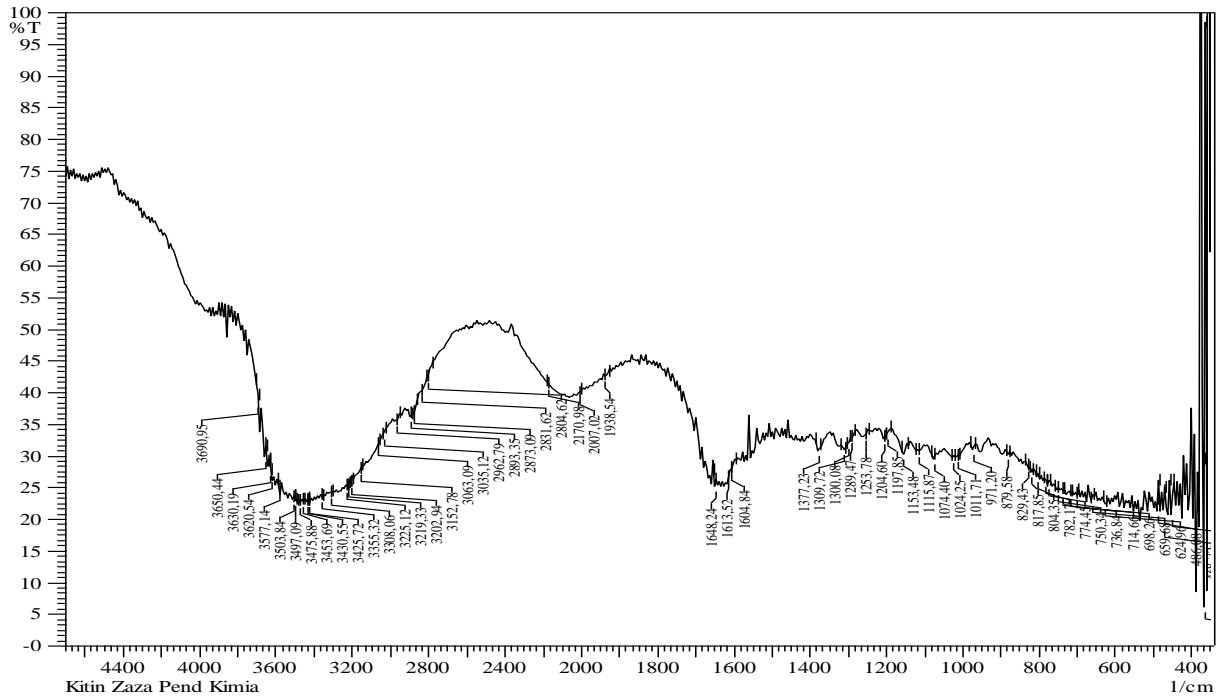
HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi kitin dari limbah cangkang udang dilakukan melalui 4 tahap yaitu deproteinasi, pencucian dan penyaringan, demineralisasi dan dekolorisasi. Kitin yang diperoleh kemudian dianalisis gugus fungsinya menggunakan peralatan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*.

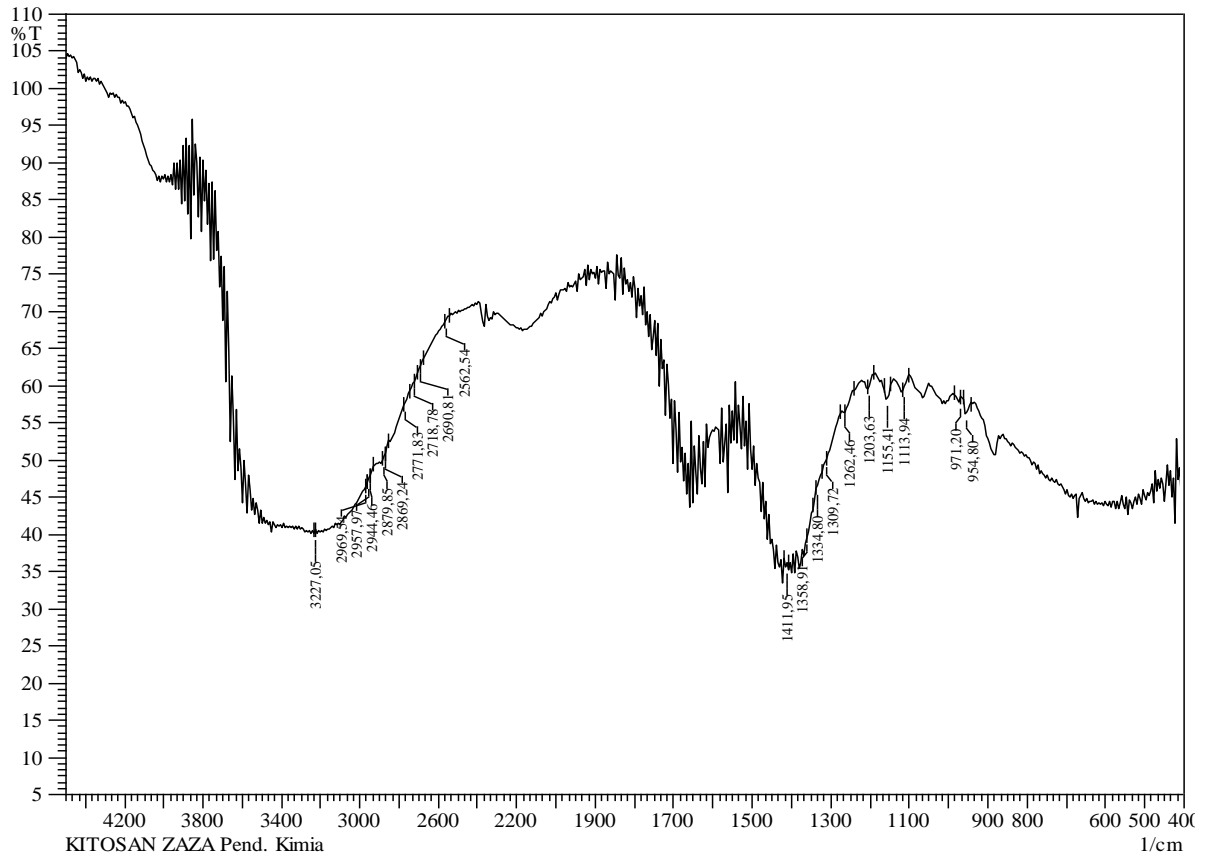
Gambar 1. menunjukkan spektrum *FT-IR* dari senyawa kitin yang diisolasi dari cangkang udang. Terlihat bahwa puncak-puncak gugus fungsi dari struktur kitin muncul dengan panjang gelombang sebagai berikut 3577 cm^{-1} yang

menunjukkan adanya ikatan hidrogen dari gugus $-\text{OH}$. Panjang gelombang 3152 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus asetil ($-\text{NHCOCH}_3$) pada sampel. Menurut Fessenden (1999) vibrasi N-H menimbulkan serapan di sebelah kiri absorpsi C-H alifatik, yaitu pada $3125-3570 \text{ cm}^{-1}$ dan serapan pada panjang gelombang 3475 cm^{-1} menunjukkan vibrasi dari $-\text{NH}$. Sedangkan panjang gelombang 1309 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus $-\text{CN}$ pada sampel.

Kitin yang telah dianalisis gugus fungsinya dirubah menjadi kitosan dengan cara deasetilasi. Kitosan kemudian dikarakterisasi menggunakan *FT-IR*. Hasil karakterisasi kitosan berdasarkan spectrum *FT-IR* dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil analisis memperlihatkan bahwa pita lebar yang centernya pada 3450 cm^{-1} menunjukkan stretching axial dari ikatan O-H dan N-H, pita dekat 2860 cm^{-1} menunjukkan ikatan C-H, pita tengah pada 1650 dan 1590 cm^{-1} menunjukkan vibrasi amida I dan amida II, selanjutnya pada 1420 dan 1380 cm^{-1} merupakan hasil dari coupling stretching C-H dan deformasi sudut N-H dan pita di range $1150 - 897 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan tulang belakang polisakarida meliputi ikatan glikosida, stretching C-O dan C-O-C (Zheludkevich, *et.al.* 2011).



Gambar 1. Spektrum FT-IR Senyawa Kitin



Gambar 2. Spektrum FT-IR Senyawa Kitosan

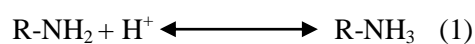
Hasil efektifitas kitosan pada logam Zn, Fe dan Al setelah dilarutkan dalam larutan asam asetat 2 % dan diujikan dalam larutan HCl dan H₂SO₄ dengan variasi konsentrasi (2 dan 4 M) dan variasi waktu (1, 2 dan 3 hari) dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Efisiensi Inhibisi *Coating* Larutan Kitosan Pada Logam Zn, Fe dan Al dalam HCl.

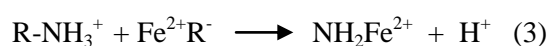
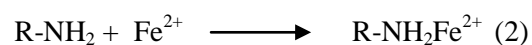
Konsentrasi HCl (M)	Waktu perendaman (Hari)	Efisiensi Inhibisi Korosi, E (%)		
		Zn	Fe	Al
2	1	19,24	26,61	58,74
	2	13,38	31,70	30,99
	3	7,77	70,83	25,04
4	1	4,54	24,79	8,97
	2	4,6	53,23	6,0
	3	4,38	47,96	10,83

Kitosan mempunyai potensi digunakan sebagai pelapis korosi pada permukaan logam, karena kaya akan gugus hidroksi dan amina. Gugus amina aktif dapat berinteraksi dengan ion logam membentuk khelat atau kompleks. Dalam larutan asam gugus amina bebas sangat cocok sebagai polikationik untuk mengkhelat logam. Dalam suasana asam gugus amina dari kitosan akan terprotonasi membentuk gugus amina kationik NH₃⁺ (Rumapea, 2009). Mekanisme reaksi yang terjadi yaitu situs aktif pada kitosan diperankan oleh atom N dari gugus amina (-NH₂) dan atom O dari gugus hidroksi (-OH). Kedua atom tersebut mempunyai elektron bebas yang

dapat mengikat proton atau ion logam membentuk suatu kompleks. Antaraksi pasangan elektron bebas pada atom O lebih kuat daripada antaraksi pasangan elektron bebas pada atom N sehingga atom N cenderung mudah menyumbangkan pasangan elektron bebas daripada atom O. Pasangan elektron bebas dari atom N ini, selanjutnya akan berikatan dengan ion logam, seperti reaksi berikut:



Reaksi diatas menunjukkan terjadinya protonasi dan deprotonasi gugus amino dalam kitosan. Saat kitosan ditambahkan dalam larutan ion logam kemungkinan akan terjadi reaksi seperti berikut :



Dengan R adalah komponen selain gugus -NH₂ dalam kitosan.

Ketika reaksi (2) berlangsung, elektron bebas dari atom N berinteraksi dengan ion logam. Reaksi (3) mempunyai mekanisme yang sama dengan reaksi (2), meskipun gugus NH₂ kitosan sudah berubah menjadi bermuatan positif akibat menerima ion H⁺ dari lingkungan. Interaksi antara ion logam dengan atom N pada reaksi (2) lebih kuat daripada ikatan antara ion H⁺ dengan atom N pada

reaksi (3) (protonasi gugus amino). Hal ini disebabkan kekuatan interaksi elektrostatik antara pasangan elektron bebas dari atom N dengan ion logam polivalen lebih kuat daripada interaksi elektrostatik antara pasangan elektron bebas dari atom N dengan proton monovalen (H^+) (Li dan Bai, 2002).

Berdasarkan Tabel 1, terlihat efisiensi inhibisi *coating* larutan kitosan yang optimum terjadi pada logam Fe

yaitu mencapai 70,83% dalam HCl 2M dengan waktu perendaman selama 3 hari. Hal ini terjadi karena pada deret volta, logam Fe adalah oksidator terkuat dibandingkan logam Zn dan Al. Akibatnya, logam Zn dan Al lebih mudah teroksidasi dibandingkan logam Fe. Hal ini juga mengakibatkan laju korosi pada logam Fe lebih lambat dibandingkan logam Zn dan Al sehingga nilai efisiensi logam Fe lebih besar.

Tabel 2. Efisiensi inhibisi *coating* larutan kitosan pada logam Zn, Fe dan Al dalam H_2SO_4

Konsentrasi H_2SO_4 (M)	Waktu perendaman (Hari)	Efisiensi Inhibisi Korosi, E (%)		
		Zn	Fe	Al
2	1	7,5	20,95	24,46
	2	1,61	17,14	57,57
	3	0,41	16,46	28,83
4	1	Zn larut sebahagian	32,96	39,71
	2	Zn larut sebahagian	26,24	42,12
	3	Zn larut semua	41,44	41,93

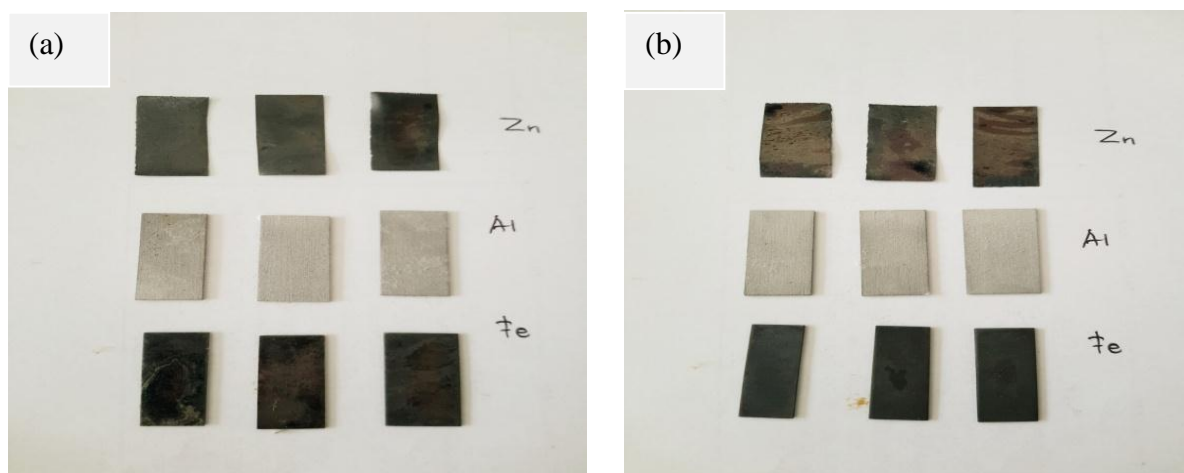
Tabel 2 menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi korosi optimum terjadi pada logam Al yaitu sebesar 57,57 % dalam media H_2SO_4 2M selama 2 hari perendaman. Sedangkan untuk logam Zn lapisan kitosan tidak bekerja menghambat korosi pada H_2SO_4 4M yaitu ditandai terjadi kelarutan logam Zn.

Efisiensi inhibisi korosi pada logam Al optimum terjadi karena dipengaruhi oleh mobilitas ion SO_4^{2-} dan kemampuan Al membentuk lapisan tipis. Nilai

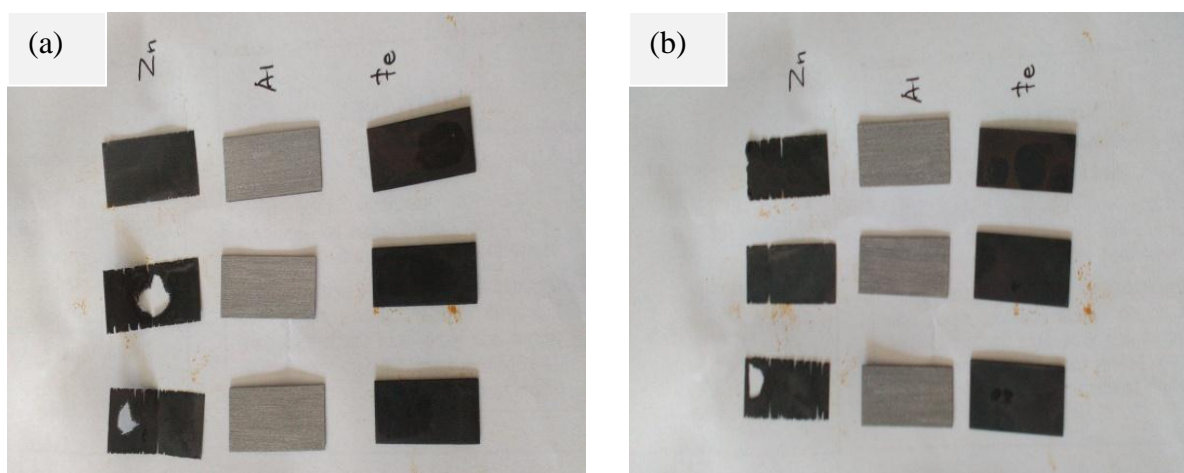
mobilitas ion Cl^- sebesar $7,91 \times 10^{-8} m^2 s^{-1} V^{-1}$ sedangkan nilai mobilitas ion SO_4^{2-} sebesar $8,29 \times 10^{-8} m^2 s^{-1} V^{-1}$. Terlihat bahwa mobilitas ion SO_4^{2-} lebih besar dari ion Cl^- . Pergerakan atau mobilitas ion SO_4^{2-} lebih lambat dibandingkan ion Cl^- sehingga korosi pada logam Al menjadi terhambat dengan adanya kitosan dan juga disebabkan adanya lapisan tipis pada logam Al itu sendiri. Aluminium maupun paduannya memiliki sifat tahan terhadap korosi karena

terbentuknya lapisan tipis pasifasi yang bersifat protektif. Korosi aluminium membentuk lapisan Al_2O_3 , lapisan tersebut terbentuk secara spontan pada permukaan logam, karena logam mempunyai komposisi kimia yang tidak homogen (Siregar, 2013).

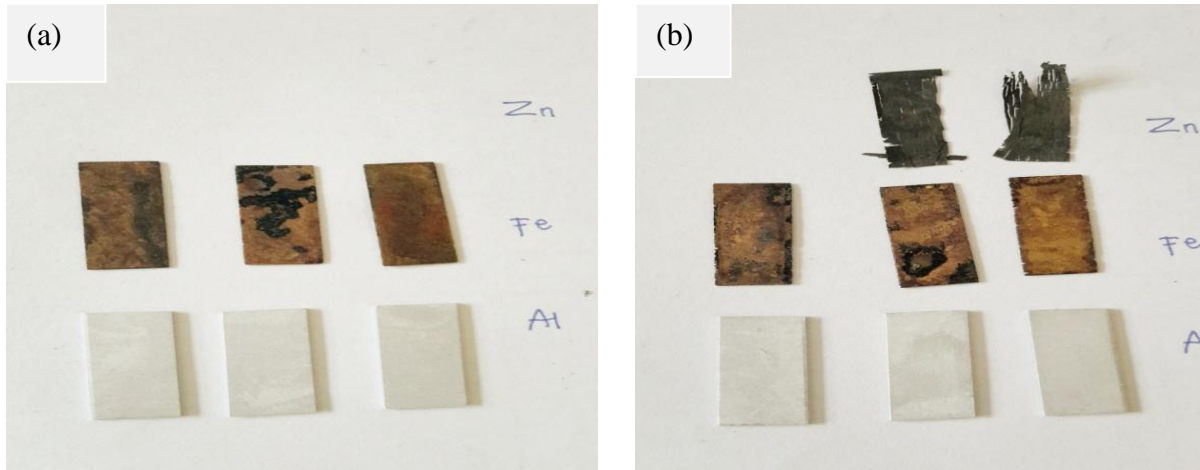
Foto optik pengaruh penambahan kitosan sebagai pelapis korosi pada logam Fe, Zn, dan Al dalam media HCl dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4 serta dalam media H_2SO_4 pada Gambar 5 dan 6.



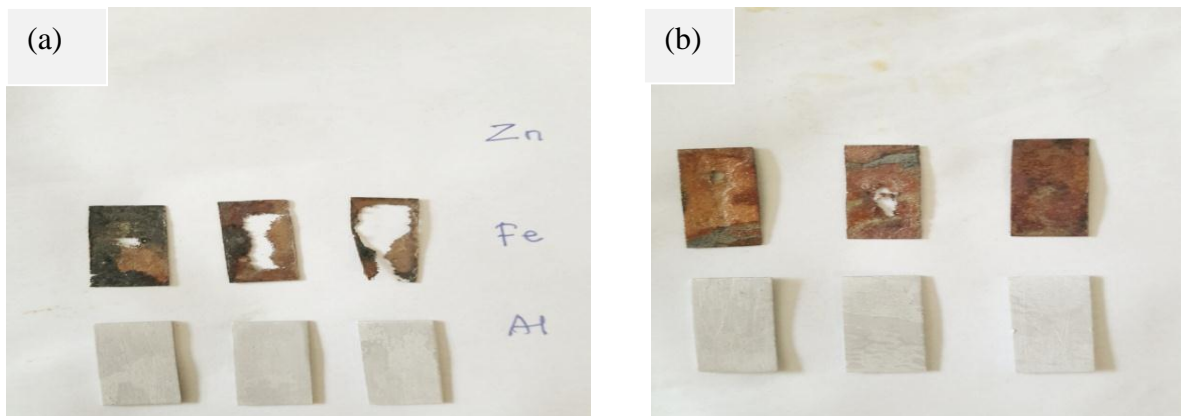
Gambar 3. Foto optik: (a). logam Zn, Fe dan Al dalam HCl 2M tanpa dan (b) dengan coating kitosan selama 3 hari



Gambar 4. Foto optik (a) logam Zn, Fe dan Al dalam HCl 4M tanpa dan (b) dengan coating kitosan selama 3 hari



Gambar 5. Foto optik: (a) logam Zn, Fe dan Al dalam media H_2SO_4 2M tanpa dan (b) dengan coating kitosan selama 3 hari



Gambar 6. Foto optik: (a) logam Zn, Fe dan Al dalam H_2SO_4 4M tanpa dan (b) dengan coating kitosan selama 3 hari

Terlihat Perubahan warna pada permukaan logam Zn dan Fe setelah dilapisi dengan larutan kitosan dalam media HCl yaitu dari warna hitam menjadi coklat. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan kitosan efektif menghambat terjadinya korosi pada logam Zn dan Fe. Tapi khusus pada logam Al tidak terjadi perubahan warna karena Al mempunyai kemampuan

membentuk lapisan oksida pada permukaannya.

Sementara itu, logam Zn dalam media H_2SO_4 2M akan larut sempurna tetapi jika dilapisi dengan larutan kitosan Zn menjadi larut sebagian. Hal ini menunjukkan larutan korosi bekerja dalam menghambat terjadinya korosi pada logam Zn, Fe dan Al.

KESIMPULAN

Efektifitas inhibisi korosi larutan kitosan optimum terjadi pada logam Fe dalam media HCl 2M dengan waktu perendaman 3 hari yaitu sebesar 70, 83%. Sedangkan efektifitas inhibisi korosi optimum dalam media H₂SO₄ terjadi pada logam Al yaitu mencapai 57,57% dengan waktu perendaman 2 hari dan konsentrasi H₂SO₄ 2M. Hasil foto optik memperlihatkan terjadi perubahan warna permukaan logam Zn dan Fe jika dilapisi dengan larutan kitosan, kecuali pada

logam Al tidak terjadi perubahan warna pada permukaannya karena Al mempunyai kemampuan membentuk lapisan oksida secara spontan. Efisiensi inhibisi korosi pada logam dipengaruhi oleh mobilitas ion dari lingkungan logam. Kitosan berpotensi digunakan sebagai pelapis korosi pada logam Zn, Fe dan Al karena gugus amina aktif kitosan dapat berinteraksi dengan ion logam membentuk khelat atau senyawa kompleks.

DAFTAR RUJUKAN

- Baboian, R. 2005. Corrosion Tests and Standards: Application and Interpretation. Second edition. ASTM International. West Conshohocken. Pp.886
- Bardal, E. 2003. Corrosion and Protection. Spinger. Pp.309
- Fessenden dan Fessenden. 1999. *Kimia Organik Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- Erna, M., Emriadi., Alif, A dan Arief, S, 2011, Karboksimetil kitosan sebagai inhibitor korosi pada baja lunak dalam media air gambut, *JMS*, **16**(2), 106-110
- Erna, M., Emriadi., Alif, A dan Arief, S, 2009, Sintesis dan Aplikasi Karboksimetil Kitosan sebagai Inhibitor Korosi pada Baja karbon dalam Air, *J. Natur .Ind.*, 12(1), 87-92.
- Fernandes, S.O. 2004. Physicochemical and Functional Properties of Crawfish Chitosan as Affected by Different Processing Protocols. Thesis. The departement of Food Science. Seoul National University
- Karim, A.A dan Yusuf, Z.A. 2012. *Analisa Pengaruh Penambahan Inhibitor Kalsium Karbonat dan Tapioka Terhadap Tingkat Laju Korosi Pada Pelat Baja Tangki Ballast Air Laut*. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan. 10(2): 206. Jurusan Teknik Perkapalan FT Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Li, J dan Bai, R. 2002. Mechanisms of Lead Adsorption on Chitosa/PVA Hydrogel Beads. *Langmuir* 18(25): 9765-9770.
- Rumapea, N 2009. Penggunaan Kitosan Dan Polyaluminium Chloride (PAC) Untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) Dan Seng (Zn) Dalam Air Gambut.
- Siregar, T. 2013. Studi laju korosi dan mekanisme inhibisi aluminum murni menggunakan natrium sitrat. *Jurnal Kimia* 7 (1): 102-112. Universitas Cendrawasih. Jayapura.
- Zheludkevich, M.I., Tedim, J., Freire, C.S.R and Fernandes, S.C.M. 2011. Self-Healing Protective Coating with “Green” Chitosan Based Pre-Layer Reservoir of Corrosion Inhibitor. *J. Mater. Chem.* 21. 4805–4812.