

## EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI SILIKA DARI SEKAM PADI UNTUK PELAPIS BAJA ANTI KOROSI

Atiek Rostika Noviyanti, Diana Rakhmawati Eddy, dan Brero Margana NST

Laboratorium Material  
Departemen Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Padjadjaran  
Jl. Raya Bandung Sumedang Km. 21 Jatinangor 45363  
[Email: atiek.noviyanti@unpad.ac.id](mailto:atiek.noviyanti@unpad.ac.id)

### ABSTRAK

Sekam padi merupakan suatu sumber silika yang cukup tinggi yaitu kurang lebih 20%. Salah satu pemanfaatan silika yang belum banyak dilakukan adalah kemampuannya menghambat proses korosi. Karena potensinya tersebut, maka penelitian ini mengkaji pemanfaatan silika sebagai inhibitor korosi. Silika diekstraksi dengan larutan natrium hidroksida dan proses pengendapannya dilakukan dengan menambahkan asam nitrat. Struktur silika dikarakterisasi dengan XRD. Pengujian sifat inhibitor korosi silikat diterapkan pada baja dengan menghitung berat hilang (efisiensi inhibisi). Baja direndam pada larutan silikat (larutan inhibitor) dan pada berbagai konsentrasi (0, 10, 20 dan 30 ppm). Perubahan morfologi baja yang dilapisi dikarakterisasi dengan SEM. Laju korosi paling rendah didapatkan dari baja yang dilapisi dengan larutan silika 20 ppm.

**Kata kunci :** korosi, inhibitor, sekam padi, silika

### ABSTRACT

*Rice husk is a source of silica, which has a quite high number of silica at approximately 20%. Application of silica as a corrosion inhibitor has not been utilized much yet. Because of its potential use, this research is aimed to use silica as a corrosion inhibitor. Silica was extracted by sodium hydroxide solution, and precipitated by adding nitric acid. Silica structure was characterized by XRD. Properties of silicate corrosion inhibitor was applied on the steel by calculating the weight loss (inhibition efficiency). Steel was immersed in a solution of silicate (inhibitor solution) at various concentrations (0, 10, 20 and 30 ppm). Morphology of coated steel was characterized by SEM. The lowest corrosion rate was obtained from steel, which was coated by 20 ppm silica solution.*

**Keywords:** corrosion inhibitors, rice husk, silica.

- **LATAR BELAICANG**

Hingga saat ini pemanfaatan sekam padi masih terbatas sebagai bahan bakar pada pembuatan bath bata dan pada pembuatan abu gosok. Pemanfaatan sekam padi secara komersial masih relatif rendah. Hal ini disebabkan oleh karakteristik sekam padi yaitu bersifat kasar, bernilai gizi rendah, memiliki kerapatan yang rendah dan kandungan abu yang cukup tinggi. Dari beberapa penelitian (Enymia *et al.*, 1998; Kalapathy *et al.*, 2000; Nuryono, 2004) dilaporkan bahwa abu sekam padi mengandung kadar silika yang cukup tinggi yakni sebesar 87-97% (Kamath & Proctor, 1998; Kalapathy *et al.*, 2000; Daifullah *et al.*, 2003), sehingga mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber silica (Suka *et al.*, 2008).

Silika dapat diisolasi dari sekam padi secara sederhana dengan cara pembakaran, namun bila caranya tidak tepat memungkinkan didapat silika kristalin yang karsinogen terhadap paru-paru manusia, bila debu silika kristal terhirup dapat menyebabkan silikosis. Keberadaan senyawa-senyawa pengotor anorganik yang mengandung logam K dan Na yang dapat menurunkan titik leleh silika yang dihasilkan sehingga dapat mempercepat perubahan fasa menjadi kristalin (Umeda, 2009). Menurut

penelitian (Kalapathy *et al.*, 2000) proses isolasi silika dari abu sekam padi dapat menggunakan metode pencucian asam menggunakan asam klorida, silika yang diperoleh memiliki kemurnian sebesar 91%. Tingginya kadar silika dalam abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan materi berbasis silika.

Salah satu pemanfaatan silika yaitu sebagai pelapis baja karbon anti korosi. Korosi merupakan masalah yang banyak terjadi pada pipa baja karbon di berbagai industri terutama industri minyak. Korosi adalah degradasi bahan (umumnya logam) atau sifatnya karena bereaksi dengan lingkungan. Kerusakan yang diakibatkan oleh korosi bermacam-macam tergantung dari sifat alami logam atau paduannya, adanya benda asing di permukaan, kehomogenan struktur, dan lingkungan korosif (Trethwey & Chamberlain, 1991).

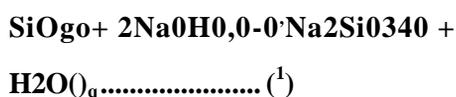
Agar inhibitor korosi dapat bekerja secara maksimal, penggunaan inhibitor dengan konsentrasi yang cukup harus diperhatikan (Fontana, 1987). Penggunaan inhibitor dengan konsentrasi yang terlalu kecil menyebabkan inhibitor tidak dapat bekerja secara maksimal. Akan tetapi penggunaan inhibitor yang terlalu banyak juga dapat menyebabkan masalah, antara lain adalah terjadinya emulsi dan

pembuihan akibat sifat inhibitor sebagai surfaktan (Widharto, 2001). Selain itu penggunaan inhibitor secara berlebihan juga memboroskan biaya.

Berdasarkan paparan di atas maim penelitian ini akan mengkajipemanfaatan silika dari sekam padi sebagai larutan inhibitor korosi. Isolasi silika dari sekam padi mengguriakan asam sebelum pembakaran untuk menghasilkan silika dengan kemurnian yang tinggi. Konsentrasi inhibitor senyawa silika yang digunakan untuk menurunkan laju korosi pada spesimen baja merupakan fokus pada penelitian ini.

#### TINJAUAN PUSTAKA

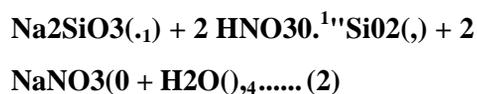
Pada ekstraksi silika dari sekam padi dengan natrium hidroksida membentuk larutan natrium silikat mengikuti persamaan realcsi :



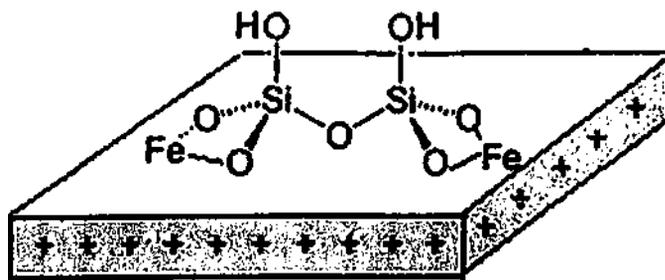
Natrium hidroksida larut dan terdisosiasi sempurna membentuk ion natrium dan ion hidroksida. Elektronegativitas atom oksigen pada silika yang tinggi menyebabkan Si lebih elektropositif dan terbentuk intermediet [SiO<sub>2</sub>OH]<sup>-</sup> yang tidak stabil. Oleh karena itu akan terjadi dehidrogenasi dan ion hidroksil yang kedua akan berikatan dengan hidrogen membentuk

molekul air. Dua ion Na<sup>+</sup> akan menyeimbangkan muatan negatif yang terbentuk dan berinteraksi dengan ion SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup> sehingga terbentuk natrium silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>).

Penambahan asam nitrat pada larutan natrium silikat berfungsi untuk menurunkan pH larutan, sedangkan etanol untuk mempercepat pengendapan/presipitasi dan mengontrol agar penambahan asam nitrat tidak memberikan lonjakan yang terlalu drastis pada larutan sehingga penurunan pH dapat terjadi secara perlahan. Reaksi kimia yang terjadi pada proses ini adalah sebagai berikut :



Sifat inhibitor natrium silikat diduga karena gugus O (oksigen) yang memiliki pasangan elektron bebas yang dapat digunakan untuk berikatan dengan logam, sehingga membentuk lapisan pasif yang protektif dipermukaan logam. Lapisan pasif yang terbentuk antara gugus O dengan baja akan melindungi logam dari media korosif sehingga menghambat laju korosi. Mekanisme pelapisan larutan natrium silikat pada logam dapat dilihat \*pada Gambar 1. Pelapisan inhibitor terhadap logam dapat menghambat laju korosi pada suatu logam.



Logam

Gambar 1. Mekanisme pelapisan larutan natrium silikat pada logam

Laju korosi dapat dihitung dengan menentukan perubahan-perubahan yang terjadi misalnya dengan menentukan *weight loss* dari logam (Elkadi *et al.*, 2000). Dengan teknik ini, laju korosi tiap saat merupakan kemiringan grafik *weight loss* logam terhadap waktu (Gamal, 1998). Efisiensi inhibitor menunjukkan persentase penurunan laju korosi dengan adanya inhibitor dibandingkan dengan laju korosi tanpa inhibitor. Perhitungan efisiensi inhibisi menggunakan persamaan:

$$EI = [1 - CR1/CRC_J] \times 100\%$$

Keterangan :

EI = Efisiensi inhibitor

CR1 = Laju korosi dengan inhibitor

Clto = Laju korosi tanpa inhibitor

(Awizar *et al.*, 2013)

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap pengerjaan yaitu ekstraksi silika dari

sekam padi, karakterisasi struktur dan morfologi dan uji sifat anti korosi.

### Ekstraksi Silika

Prosedur ekstraksi silika dari sekam padi dilakukan berdasarkan pekerjaan Noushad *et al.*, 2012. Sekam padi direndam dalam air selama satu malam kemudian dicuci dengan akudes kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 90 °C selama satu malam. Sekam padi hasil pengeringan dilarutkan dalam asam klorida 1 N yang disimpan penangas air pada 75 °C selama 1 jam. Suspensi yang didapat disaring dan dicuci beberapa kali dengan akudes kemudian dikeringkan dalam oven pada 90 °C selama 1 malam sehingga menjadi serbuk. Sebanyak 40 gram serbuk yang diperoleh, direndam dalam 600 mL natrium hidroksida (NaOH; Merck KgaA 99 %) sambil dipanaskan dalam penangas air 90 °C selama 1 jam sehingga dihasilkan ekstrak silika, kemudian disaring.

Hasil penyaringan (berupa natrium silikat) diaduk sambil ditambahkan asam nitrat tetes demi tetes hingga pH 8, selama 45 menit. Larutan yang diperoleh diendapkan dengan cara sentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 5 menit. Endapan yang didapat dicuci dengan akuades, larutan yang tersisa disentrifugasi lagi pada 4000 rpm selama 5 menit. Pengendapan diulang hingga didapat endapan berwarna keputihan. Endapan dimasukkan ke dalam wadah porselen dan dipanaskan di tanur dalam pada 600 °C selama 30 menit. Selama tahap pengendapan sebanyak 20 mL etanol ditambahkan. Endapan yang dihasilkan dikarakterisasi strukturnya dengan XRD (XRD, Bruker D8 Advance).

#### Pembuatan Larutan Inhibitor

Larutan inhibitor silika disiapkan dengan melarutkan 0,1 g serbuk silika bebas NaNO<sub>3</sub> dalam larutan NaOH 3M (Awizar *et al.*, 2013).

#### Penentuan Laju Korosi

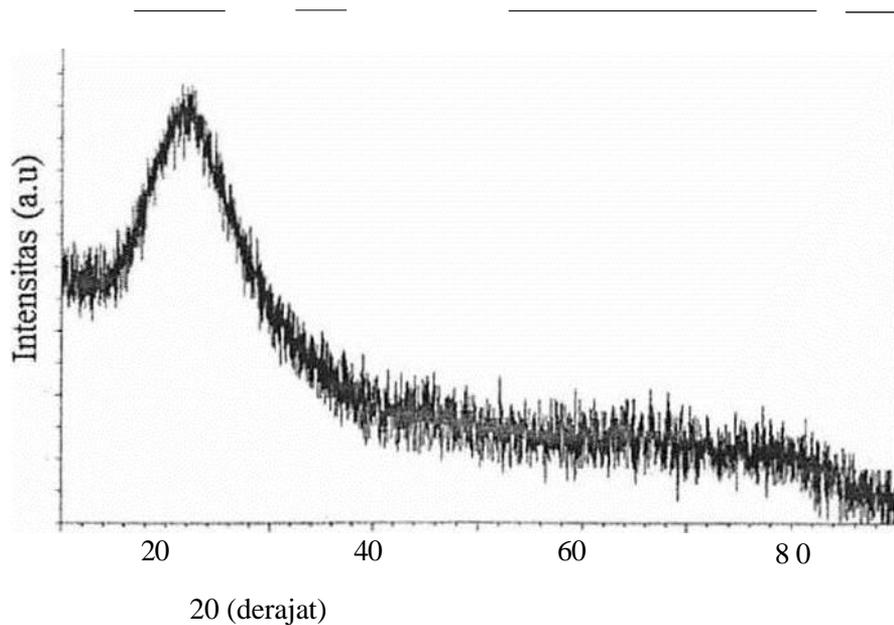
Baja karbon berukuran 1,9 cm x 1,5 cm x 0,8 cm digunakan sebagai spesimen untuk pengujian antikorosi. Spesimen baja dibersihkan dengan amplas, kemudian

dicuci dengan akuades, sebelum diolesi dengan aseton dan dikeringkan dengan aliran udara. Spesimen baja ditimbang menggunakan neraca analitis, baja kemudian direndam dalam empat cairan berbeda yaitu akuades dan larutan silikat (larutan inhibitor) dengan konsentrasi 10, 20, dan 30 ppm. Perendaman baja dilakukan pada 25 °C selama 12 hari. Spesimen hasil perendaman dibersihkan dengan sikat dalam air mengalir untuk menghilangkan produk korosi (karat). Spesimen dikeringkan dan ditimbang kembali untuk menghitung persentase efisiensi inhibisi (%EI) berdasarkan literatur Awizar *et al.*, 2013. Morfologi spesimen baja yang telah dilapisi baja dikarakterisasi dengan SEM ((SEM JEOL, JED 2200).

## HASIL DAN DISKUSI

### Ekstraksi Silika

Untuk menentukan hasil ekstraksi silika dan sekam padi, maka langkah pertama adalah penentuan strukturnya yang dilakukan dengan metode XRD. Difraktogram silika hasil XRD dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Difraktogram XRD silika yang diekstraksi dengan HNO<sub>3</sub> 2N

Dari difraktogram dapat dilihat terdapat puncak yang lebar pada posisi  $20=22^\circ$ , posisi ini menunjukkan bahwa silika yang dihasilkan merupakan silika amorf. Hal ini sesuai dengan harapan hasil ekstraksi yaitu silika amorf (memiliki susunan atom dan molekul berbentuk pola acak dan tidak beraturan). Karena strukturnya yang demikian diharapkan silika amorf memiliki luas areapermukaan yang tinggi, seperti yang telah disebutkan pada literatur sebelumnya yaitu  $3 \text{ m}^2/\text{g}$  (Kirk&Othmer, 1984).

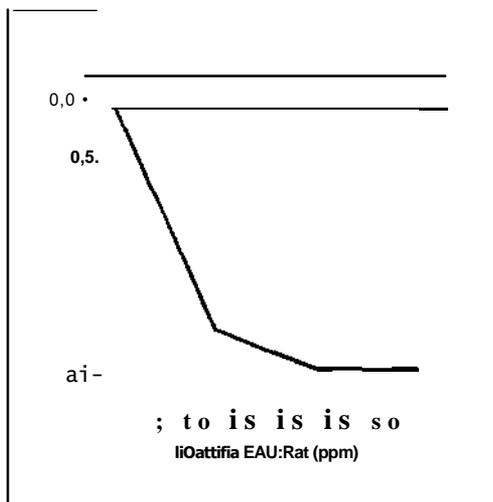
#### Penentuan Laju Korosi

Laju korosi ditentukan dengan menghitung berat hilang pada spesimen baja yang direndam pada larutan natrium

silikat pada berbagai konsentrasi. Pengaruh perbedaan konsentrasi inhibitor natrium silikat terhadap laju korosi dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 3.

Tabel 1. Pengaruh perbedaan konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi.

Konsentrasi inhibitor(ppm)	Berat yang hilang (mg)	Laju korosi (nimPY)	Efisiens inhibitor (%)
0	0,157	0,5804	
10	0,0467	0,1758	69,70
20	0,0284	0,1049	81,90
30	0,0285	0,1052	81,80



Gambar 3 Pengaruh variasi konsentrasi inhibitor natrium silikat terhadap laju korosi pada spesimen baja.

Pada konsentrasi 30 ppm inhibitor natrium silikat dapat menurunkan laju korosi menjadi sebesar 0,1052 mmpy. Dengan penambahan 10 ppm inhibitor natrium silikat, laju korosi turun menjadi sebesar 0,1758 mmpy, penambahan 20 ppm inhibitor natrium silikat, laju korosi turun menjadi sebesar 0,1049 mmpy dan tanpa penambahan inhibitor natrium silikat, laju korosi sebesar 0,5804 mmpy. Dari paparan di atas dapat disimpulkan konsentrasi optimum inhibitor natrium silikat terjadi pada konsentrasi inhibitor sebesar 20 ppm.

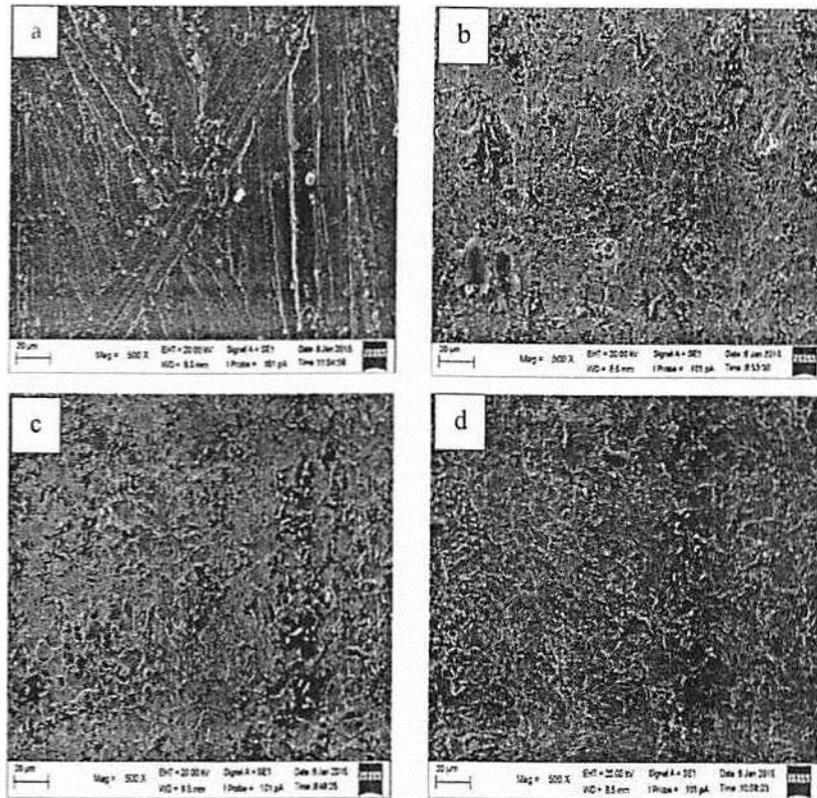
Dan Gambar 3 terlihat adanya kecenderungan bahwa semakin besar konsentrasi inhibitor natrium silikat yang digunakan akan semakin turun laju korosi. Namun laju reaksi tidak berubah pada

konsentrasi inhibitor 20 ppm. Laju korosi pada konsentrasi 30 hampir sama dengan laju korosi pada 20 ppm. Pada konsentrasi 20 dan 30 ppm memiliki efisiensi inhibitor yang sama yaitu sebesar 81 %.

#### Hasil Karakterisasi Morfologi Bajadengan SEM

Perbedaan morfologi permukaan baja setelah dilapisi inhibitor natrium silikat pada berbagai konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada Gambar 4.(a) morfologi permukaan baja nampak berbeda dengan permukaan ketiga permukaan baja lainnya. Pada Gambar 4.(a) terkorosi ditandaidengan tekstur memanjang yang menempel pada permukaan baja, permukaan terlihat tidak homogen. Pada Gambar 4.(b), Gambar 4.(c), dan Gambar 4.(d) morfologinya terlihat yang hampir sama, permukaan nampak tertutup oleh lapisan yang memiliki morfologi berbeda dengan morfologi baja yang tidak dilapisi seperti dapat dilihat pada Gambar 4.(a). Hal ini disebabkan adanya pelapis inhibitor yang menutupi permukaan baja. Morfologi pada Gambar 4.(b), Gambar 4.(c), dan Gambar 4.(d) nampak lebih homogen.



Gambar 4. Mikrograf permukaan baja terkorosi (a) tanpa penambahan inhibitor natrium silikat, (b) konsentrasi inhibitor 10 ppm (c), konsentrasi inhibitor 20 ppm (d) dan konsentrasi inhibitor 30 ppm.

Mekanisme pelapisan baja Well inhibitor telah ditunjukkan. pada Gambar 1.

Semakin besar konsentrasi inhibitor yang ditambahkan maka efisiensi inhibisi yang didapatkan akan semakin besar. Efisiensi inhibisi dari lapisan pasif yang terbentuk dari ikatan antara inhibitor dengan logam semakin besar dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor. 1-1a1 ini menunjukkan bahwa semakin banyak

molekul inhibitor yang berada pada larutan maka akan semakin besar kemungkinan molekul-molekul pada permukaan baja. Efisiensi inhibisi terbesar diperoleh dengan penambahan inhibitor sebesar 20 ppm yaitu 81%. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka larutan inhibitor natrium silikat efektif digunakan sebagai pelapis anti korosi,

## KESIMPULAN •

Berdasarkan paparan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Silika dapat diekstraksi dan sekam padi menggunakan metode presipitasi dengan HNO<sub>3</sub> 2 N sebagai agen presipitasinya.
2. Silika hasil ekstraksi dapat dijadikan sebagai inhibitor korosi karena dapat menurunkan laju korosi dan meningkatkan efisiensi inhibisi.
3. Dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor natrium silikat maka efisiensi inhibisinya semakin tinggi. Efisiensi inhibisi terbesar yaitu konsentrasi inhibitor natrium silikat 20 ppm sebesar 81%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Awizar, D.A., Othman, N.K., Jalar, A., Daud, A.R., Rahman, A. & Al-hardan, N.H. 2013. Nanosilicate Extraction from Rice Husk Ash as Green Corrosion Inhibitor. *International Journal of Electrochemical Science*. 8(2013):1759-1769.
- Daifullah, A.A.M., Girgis, B.S & Gad, H.M.H. 2003. Utilization of Agro-Residu (Rice-Husk) in Small Waste Treatment Plans. *Material Letters*, 57:1723-1731.
- Elkadi, L., Mernari, B., Tenmell, M. & Bentias, F. 2000. The Inhibition Action of 3,6-bis(2-methoxyphenyl)-1,2-dihydro-,2,4,5-tetrazine an The Corrosion of Mild Ste11 in Acidic Media, *Corr. Scie.*, 42, 703-719.
- Enymia, Suhandha & Sulistarihani N. 1998. Pembuatan Silika Gel Kering dan Sekam Padi untuk Pengisi Karet Ban. *Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia*. 7 (1&2).
- Fontana, M.G. 1987. *Corrosion Engineering. Materials Science and Engineering Series*. McGraw-Hill International. Singapura.
- Gamal, G.K. 1998. Corrosion of Low Carbon Steel in Sulfuric Acid in the Presence of Pyrazole-Halides Mixture, *J. Mater. Chem. And Phys.*, 55, 241246.
- Kalapathy, U., Proctor, A. & Schultz, J. 2000. A Simple Method for Production of Pure Silica from Rice Hull Ash. *Bioresource Technology*, 73:257-260.
- Kamath, S.R. & Proctor, A. 1998. Silica Gel from Rice Hull Ash: Preparation and Characterization. *Cereal Chemistry*. 75:484-487.
- Kirk, R.E. & Othmer. 1984. *Encyclopedia of Chemical Technology. Fourth*

Edition. Vol. 21. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Nuryono. 2004. Effect of NaOH Concentration On Destruction of Rice Husk Ash With Wet Technique. *Proceeding Seminar Nasional Hasil Penelitian MIPA 2004, FMIPA Undip*. Semarang.

Suka, I.R., Simanjuntak, W., Sembiring, S. & Trisnawati, E. 2008. Karakteristik Silika Sekam Padi Dari Provinsi Lampung yang Diperoleh dengan Metode Ekstraksi. *MIPA, Tahun 37, Nomor 1, Januari 2008*, hlm. 47-52.

Trethewey, K.R. & Chamberlain, J. 1991. *Korosi*. Diterjemahkan oleh Alex Tri Kantjono. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Umeda, J. 2009. Polysaccharide Hydrolysis and Metallic Impurities Removal Behavior of Rice Husks in Citric Acid Leaching Treatment. *Transactions of JWRI*. Vol. 38, pp. 13-18.

Widharto, S. 2001. *Karat dan Pencegahannya*. Pradnya Paramita. Jakarta.