



## Pengaruh Konsentrasi Natrium Silikat terhadap Laju Korosi Paduan Aluminium dalam Lingkungan Natrium Klorida 3,5%

Rukiah Rukiah, Diding Mandala Putra, Solihudin Solihudin, Yeni Wahyuni Hartati, dan  
Atiek Rostika Noviyanti\*

Department Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21  
Jatinangor, Jawa Barat, Indonesia

\*Corresponding author: [atiek.noviyanti@unpad.ac.id](mailto:atiek.noviyanti@unpad.ac.id)

DOI: 10.20961/alchemy.16.2.40927.218-226

Received 30 March 2020, Accepted 13 July 2020, Published 01 September 2020

<b>Kata kunci:</b>	<b>ABSTRAK.</b> Korosi merupakan proses penurunan kualitas logam akibat reaksi logam dengan lingkungannya. Air laut merupakan salah satu sistem yang korosif karena tingginya kadar ion klorida. Ion silikat dengan konsentrasi optimum mampu memperlambat laju korosi pada logam, seperti aluminium. Penelitian ini menguji pengaruh ion silikat dalam larutan natrium klorida 3,5% terhadap laju korosi aluminium yang diuji dengan metode potensiostat dan dihitung dengan Ekstrapolasi Tafel. Pengaruh konsentrasi ion silikat terhadap laju korosi diamati pada variasi konsentrasinya yaitu 0, 25, 50, 75, dan 100 mM. Konsentrasi optimum natrium silikat untuk menurunkan laju korosi adalah 25 mM, laju korosi turun dari 0,0118 menjadi 0,0084 mm/tahun. Sebaliknya, penambahan konsentrasi natrium silikat hingga 100 mM, dapat meningkatkan laju korosi menjadi 0,101 mm/tahun.
aluminium; korosi; natrium silikat.	
<b>Keywords:</b>	<b>ABSTRACT.</b> The Effect of Sodium Silicate Concentration on the Corrosion Rate of Aluminum Alloy in Sodium Chloride 3.5%. Corrosion is a process of decreasing the quality of metals due to the reaction of metals with their environment. Seawater is one of the corrosive systems because of the high levels of chloride ions. Silicate ions with optimum concentrations can slow the rate of corrosion in metals, such as aluminum. This research examines the effect of silicate ions on the aluminum corrosion rate in a solution of sodium chloride 3.5%, tested by the potentiostat method and calculated by Tafel extrapolation. The effect of silicate ion concentration on the corrosion rate was observed in various concentrations of 0, 25, 50, 75, and 100 mM. The optimum concentration of sodium silicate in reducing the corrosion rate is 25 mM, in which the corrosion rate drops from 0.0118 to 0.0084 mm/year. Conversely, increasing the concentration of sodium silicate to 100 mM increased the corrosion rate to 0.101 mm/year.
aluminum; corrosion; sodium silicate.	

### PENDAHULUAN

Korosi didefinisikan sebagai proses kerusakan atau penurunan kualitas logam akibat reaksi antara logam dan lingkungannya (Fontana, 1987). Produk dari proses korosi sering dalam bentuk oksida logam yang menempel pada permukaannya. Proses pembentukan oksida logam yang terus berulang dapat membuat kerusakan dan kerugian. Kerugian akibat korosi dilaporkan mencapai 1/5 dari energi dunia dan 4,2% dari GNP (*Gross National Product*) (Wang and Bierwagen, 2009). Besarnya dampak yang disebabkan oleh proses korosi membuat penelitian dalam bidang korosi terus meningkat, dengan tujuan mengatasi korosi pada logam.

Air laut memiliki kandungan ion  $\text{Cl}^-$  berasal garam natrium klorida sekitar 3,5%, kadarnya bisa meningkat ataupun menurun seiring dengan proses siklus air. Konsentrasi natrium klorida 3,5% cukup menyebabkan laju korosi relatif tinggi pada logam dan paduannya. Karena itulah air laut lebih korosif dibanding dengan air tawar karena sifat konduktivitas yang tinggi dan kemampuan ion  $\text{Cl}^-$  dalam menembus permukaan logam (Roberge, 2008). Logam aluminium digunakan sebagai material pada badan kapal laut karena massanya yang lebih ringan dibandingkan dengan logam lain. Ion  $\text{Cl}^-$  dalam air laut dapat merusak lapisan oksida pada permukaan aluminium yang berdampak pada meningkatnya laju korosi pada logam aluminium (Fontana, 1987). Korosi dapat ditekan dengan menambahkan zat tambahan pada sistem. Penelitian Lopez-Garrity dan Frankel (2014), menyimpulkan bahwa natrium silikat dapat menurunkan laju korosi pada paduan aluminium 2023-T3 dalam larutan natrium klorida. Natrium silikat pada pH netral sampai pH basa dapat membentuk lapisan aluminosilikat yang dapat menghambat laju korosi pada permukaan aluminium (Lopez-Garrity and Frankel, 2014). Pada air laut terdapat silikat dalam jumlah yang sangat kecil (Roberge, 2008) sehingga tidak dapat membentuk lapisan aluminosilikat

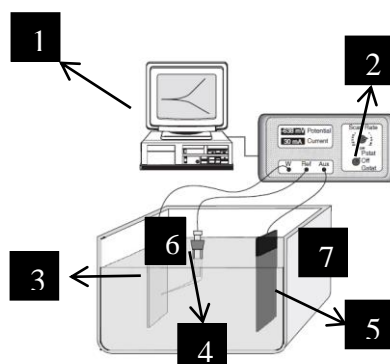
pada permukaan logam aluminium. Kadar natrium silikat dapat ditingkatkan dengan menambahkan garam natrium silikat. Limbah sekam padi dapat dijadikan alternatif sumber natrium silikat. Sekam padi merupakan limbah yang mengandung silika mencapai 20% (Kumar *et al.*, 2013). Silika dari sekam padi dapat diperoleh dengan mengekstrak silika dari arang sekam padi hasil gasifikasi. Silika hasil ekstraksi digunakan untuk membuat natrium silikat dengan melarutkan silika ke dalam larutan natrium hidroksida (Garcia-Cerda *et al.*, 2002).

Paduan aluminium mulai digunakan sebagai bagian kapal yang berada pada sistem air laut yang mengandung natrium klorida 3,5% (Sastri *et al.*, 2012). Pada penelitian Lopez-Garrity dan Frankel (2014), penambahan natrium silikat dengan konsentrasi 25, 50, dan 100 mM pada lingkungan natrium klorida 3,5% memberikan penurunan laju korosi pada paduan aluminium 2023-T3. Penelitian ini mengamati pengaruh konsentrasi natrium silikat dalam larutan natrium klorida 3,5% terhadap laju korosi paduan aluminium yang banyak beredar di pasaran. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah sumber natrium silikat yang digunakan merupakan hasil isolasi dari sekam padi. Laju korosi ditentukan dengan potensiostat sementara datanya diolah dengan metode Ekstrapolasi Tafel. Metode Ekstrapolasi Tafel dipilih karena analisisnya lebih cepat dibanding dengan metode kehilangan berat.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yang diawali dengan pembuatan arang sekam padi, pembuatan larutan natrium silikat, serta pengujian laju korosi logam aluminium yang sudah dilapisi natrium silikat. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat-alat gelas yang umum digunakan, alat ekstraksi, corong Buchner, desikator, solder listrik, komputer dengan aplikasi Nova 1.10 dan rangkaian alat potensiostat/galvanostat merek Metrohm dapat dilihat pada Gambar 1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium produksi PT. Inalum, silika dari arang sekam padi, kalium karbonat, indikator asam basa universal, natrium hidroksida, aseton, resin bening, pengeras resin, kawat tembaga, amplas nomor 120 dan 400, dan natrium klorida.

- 1 = Komputer
- 2 = Potensiostat/galvanostat
- 3 = Elektrode kerja
- 4 = Elektrode pembanding
- 5 = Elektrode lawan
- 6 = Elektrolit (lingkungan)
- 7 = Wadah penampung



**Gambar 1.** Rangkaian alat potensiostat/galvanostat (Roberge, 2008).

### Pembuatan Arang Sekam Padi

Sekam padi yang sudah kering dan bersih diambil secukupnya, lalu direndam dengan etanol. Rendaman sekam padi kemudian dimasukkan ke dalam alat gasifikasi, untuk dibakar sampai menghasilkan bara hingga batas atas dari alat deteksi panas. Setelah itu alat gasifikasi ditutup dan diamkan selama 2 jam pada suhu 600 °C. Setelah 2 jam alat dimatikan dan arang sekam padi didinginkan selama satu hari. Sekam padi yang sudah dingin siap digunakan untuk pembuatan natrium silikat.

### Ekstraksi dan Penetralan Silika dari Arang Sekam Padi

Sebanyak  $\pm 250$  g arang sekam padi dimasukkan ke dalam tabung ekstraksi, yang sudah terhubung dengan selang penyedot larutan kalium karbonat 15% (wt%). Proses ekstraksi dilakukan selama 3 jam pada suhu 90 °C, ekstrak yang dihasilkan berupa larutan silika dengan residu berupa karbon. Larutan silika dibiarkan selama satu malam hingga terbentuk endapan. Endapan silika disaring dengan corong Buchner menggunakan kertas Whatmann no. 40, kemudian dicuci dengan akuades hingga pH netral, setelah itu dikeringkan dalam oven pada suhu 100 °C selama satu malam.

### Pembuatan Larutan Natrium silikat

Sebanyak 39,1 g silika hasil ekstraksi dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam larutan natrium hidroksida (17,6 g NaOH dalam 149 mL akuades) sambil diaduk dan dipanaskan. Larutan disaring dengan kertas saring dan corong buchner. Larutan didiamkan hingga dingin kemudian dipindahkan ke dalam wadah plastik. Larutan Natrium silikat kemudian diencerkan menjadi konsentrasi 25, 50, 75, dan 100 mM.

### Persiapan Sampel Aluminium

Batang aluminium dengan ukuran  $2 \times 0,8 \times 0,8$  cm digunakan untuk bahan pengujian, salah satu permukaannya disambungkan dengan kawat tembaga menggunakan solder listrik. Sampel aluminium dimasukkan ke dalam cetakan kaca yang sudah dioles vaselin kemudian diisi resin yang disiapkan dengan cara mencampurkan resin dan pengeras dengan perbandingan 10 : 1, lalu dibiarkan hingga kering. Permukaan sampel aluminium yang tidak tertutup resin diampas dengan amplas nomor 120 sampai permukaan rata dan dilanjut dengan amplas nomor 400 lalu dibersihkan dengan dialiri air, kemudian disikat menggunakan sikat dan air detergen, lalu dibilas dengan akuades dan aseton terakhir di keringkan pada suhu ruang.

### Pembuatan Larutan Natrium klorida 3,5%

Sebanyak 70 g natrium klorida p.a dimasukkan ke dalam wadah kemudian ditambahkan akuades hingga massanya menjadi 2 kg. Larutan natrium klorida kemudian dibagi menjadi 5 bagian untuk keperluan 5 set pengujian sampel.

### Pengukuran Arus menggunakan Alat Potensiostat

Set sel sampel uji diisi dengan natrium klorida yang ditambahkan natrium silikat, seperti ditunjukkan pada Gambar 1, dengan elektrode kerja paduan aluminium, elektrode pembanding Ag/AgCl dan elektrode lawan adalah kawat platina (Pt). Setiap set sampel diukur rapat arusnya dengan potensiostat yang dilengkapi aplikasi Nova 1.10 dengan nilai potensial berkisar -1,0 V sampai 1,0 V dengan kecepatan scan adalah 0,1 V/detik.

### Perhitungan Laju Korosi Metode Ekstrapolasi Tafel

Tafel ekstrapolasi digunakan dalam perhitungan elektrokimia untuk menentukan potensial korosi ( $E_{kor}$ ) dan laju korosi. Metode tafel menghitung data yg diperoleh dari hasil polarisasi pada daerah anoda dan katoda yg kemudian diekstrapolasi membentuk kurva yang menunjukkan nilai  $E_{kor}$  dan  $I_{kor}$ . Metode ekstrapolasi dihitung dengan persamaan (1).

$$i = i_0 \left\{ \exp \exp \left( \beta \frac{nF}{RT} \eta_{akt} \right) - \exp \exp \left( -(1 - \beta) \frac{nF}{RT} \eta_{akt} \right) \right\} \quad (1)$$

Keterangan:

- $i$  = rapat arus dari katode atau anode
- $\beta$  = koefisien simetri untuk reaksi anode/katode yang nilainya mendekati 0,5
- $n$  = banyaknya jumlah elektron
- $R$  = konstanta gas/ ( $8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )
- $T$  = suhu absolut/ (K)
- $F$  = konstanta Faraday/ ( $96500 \text{ C/mol}$ )

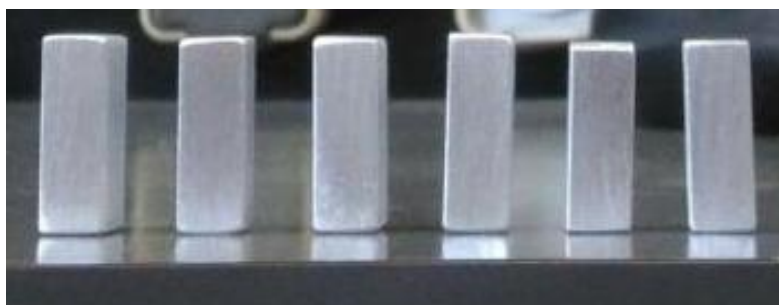
Aplikasi Nova 1.10 dipilih menu *corrosion rate* kemudian dimasukkan nilai luas permukaan, densitas dan berat ekuivalen sesuai dengan elektrode kerja (sampel yang digunakan). Pada grafik polarisasi dipilih 2 titik pada anode dan 2 titik pada daerah katode yang memiliki linearitas paling tinggi. Aplikasi akan menghitung laju korosi secara otomatis pada grafik. Hasil korosi dianalisis dengan SEM-EDS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Preparasi Sampel Aluminium

Sampel aluminium yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium yang produksi oleh PT. Inalum dan dapat ditemukan di toko bangunan. Ukuran sampel diperkecil untuk mempermudah analisis menggunakan potensiostat. Lapisan oksida pada sampel harus dibersihkan dengan cara diampas menggunakan amplas nomor 120 dan 400 hingga permukaan bersih dan halus. Pengotor pada sampel harus dihilangkan dengan disikat dengan detergen. Pengotor dan lapisan oksida pada sampel dapat menghalangi kontak antara permukaan sampel

aluminium dengan larutan natrium klorida. Sampel yang sudah dipotong dan dibersihkan ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Sampel paduan aluminium yang telah dipotong dan dibersihkan.

Sampel yang telah dipotong tidak memiliki bentuk yang tepat sama, pengukuran dimensi sampel dilakukan di titik yang berbeda kemudian ditentukan rata-ratanya untuk kemudian digunakan sebagai data perhitungan (Tabel 1). Nilai luas permukaan untuk setiap sampel digunakan untuk menghitung  $i_{kor}$ . Nilai  $i_{kor}$  sangat mempengaruhi dalam menentukan laju korosi pada setiap sampel.

**Tabel 1.** Hasil pengukuran dimensi sampel aluminium.

[Natrium Silikat] (mM)	Dimensi Sampel Aluminium			$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
	PR* (cm)	LR* (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	
0	2,370	0,801	1,898	} 2,77
25	2,360	0,800	1,888	
50	2,380	0,827	1,968	
75	2,283	0,799	1,824	
100	2,354	0,804	1,893	

\*PR= panjang rata-rata    LR= lebar rata-rata

### Pengukuran Polarisasi Menggunakan Alat Potensiostat

Pengukuran polarisasi dengan alat potensiostat menghasilkan data seperti pada Gambar 3 yang merupakan grafik polarisasi dalam reaksi reduksi dan oksidasi. Jumlah arus pada proses korosi atau dikenal dengan  $i_{kor}$  dapat menentukan laju korosi pada suatu reaksi oksidasi logam kinetika elektrokimia. Nilai  $i_{kor}$  merupakan hasil pembagian arus dengan luas permukaan ( $I_{kor}/A$ ). Nilai  $I_{kor}$  ditentukan dengan menarik garis ekstrapolasi pada daerah anode dan katode, perpotongan dari kedua garis itu merupakan nilai dari  $I_{kor}$ . Posisi daerah katode dan anode pada Gambar 3 terletak pada sebelah kanan dan kiri dari palung grafik polarisasi. Nilai  $E_{kor}$  dari sampel aluminium dalam lingkungan natrium klorida 3,5% dengan penambahan konsentrasi natrium silikat 0, 25, 50, 75, dan 100 mM adalah -0,7622; -0,7258; -0,7715; -0,7538 dan -1,1626 V. Nilai  $E_{kor}$  merupakan parameter termodinamik yang menunjukkan kestabilan reaksi yang terjadi.

Semakin tinggi nilai  $E_{kor}$  semakin spontan proses oksidasi logam yang terjadi, sesuai dengan persamaan (2–3). Semakin positif nilai  $E$  semakin negatif nilai energi bebas Gibbs artinya semakin spontan reaksi tersebut. Berdasarkan parameter termodinamik, maka reaksi yang terjadi dengan menggunakan natrium silikat konsentrasi 25 mM cenderung mudah terjadi. Pergeseran nilai  $E_{kor}$  paling besar terjadi pada penambahan natrium silikat 100 mM, terlihat dari perubahan nilai  $E_{kor}$  dari -0,7622 menjadi -1,1626 (Gambar 4).

$$w = \Delta G = -nFE_{kor} \quad (2)$$

$$\Delta G^\circ = -nFE_{kor} \quad (3)$$

Keterangan:

$\Delta G^\circ$  = Energi bebas gibbs pada kondisi standar

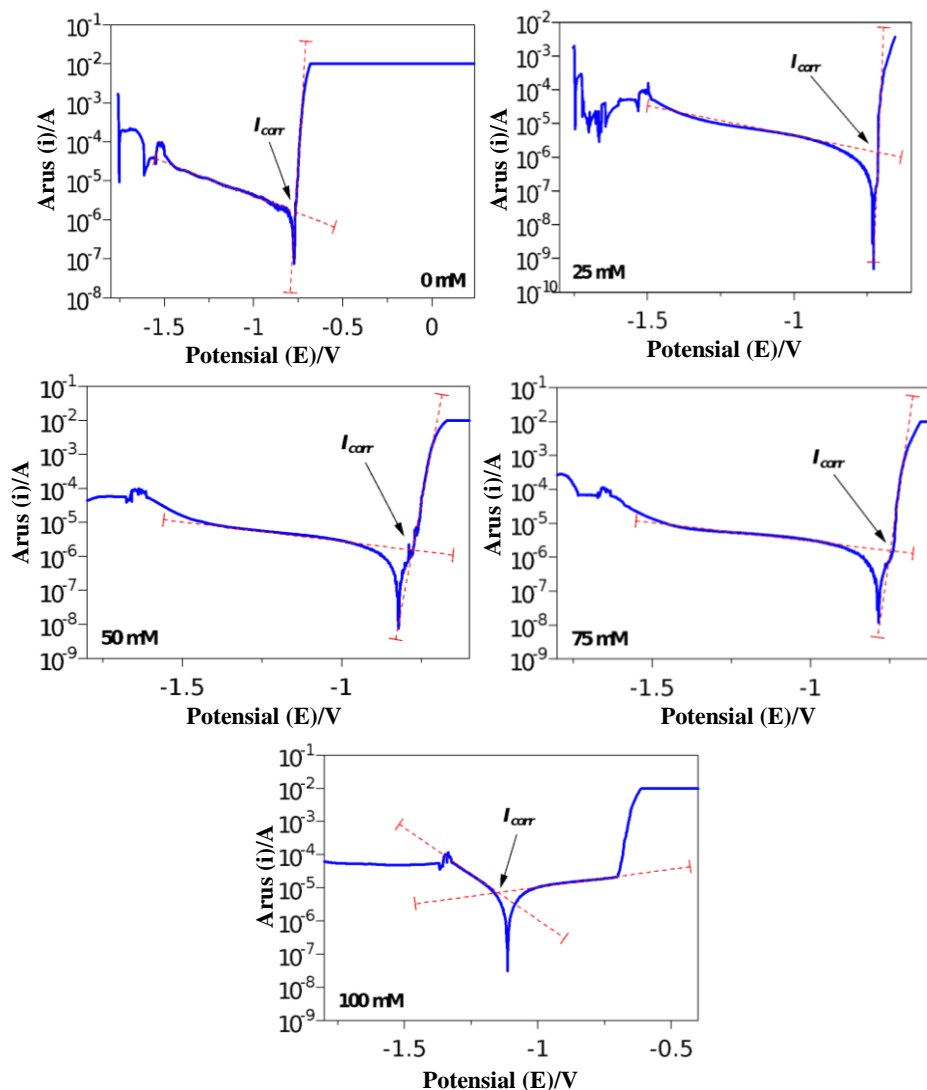
$\Delta G$  = Energi bebas gibbs

$w$  = Kerja

$E_{kor}$  = Nilai potensial keseluruhan sel saat korosi terjadi

$E^\circ$  = Nilai potensial reduksi pada kondisi standar

$n$  = Jumlah elektron

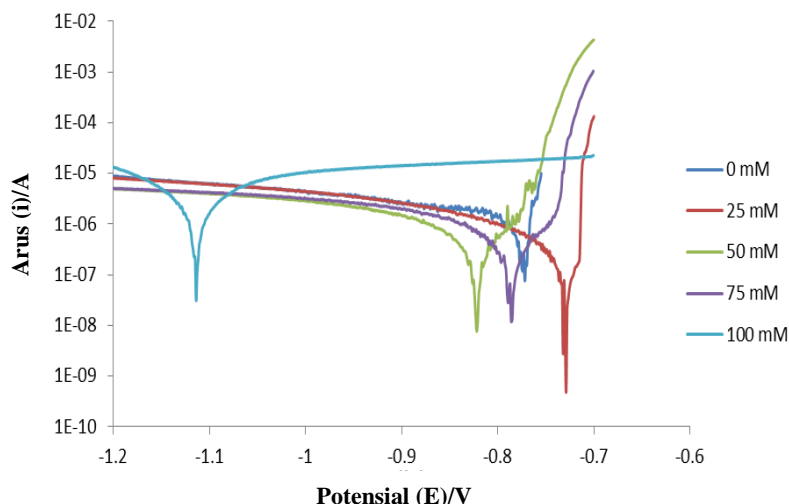


**Gambar 3.** Hasil Perhitungan dengan metode Ekstrapolasi Tafel.

Nilai  $E_{kor}$  tidak dapat digunakan untuk menentukan laju korosi pada suatu logam dalam lingkungan tertentu, karena nilai dari  $E_{kor}$  dapat berubah seiring dengan perubahan lingkungan (Roberge, 2008). Tetapi nilai  $E_{kor}$  dapat menjadi pertimbangan dalam melihat kecenderungan proses korosi terjadi dalam suatu lingkungan. Laju korosi ditentukan oleh nilai  $i_{kor}$  yang merupakan hasil dari pembagian nilai  $I_{kor}$  dengan luas permukaan sampel. Nilai  $I_{kor}$  merupakan nilai rapat arus yang didapatkan dari perpotongan garis ekstrapolasi dari grafik polarisasi anode dan katode yang dikenal dengan metode Ekstrapolasi Tafel. Daerah katode menunjukkan proses reduksi senyawa seperti ion  $H^+$  atau gas oksigen akibat menerima elektron dari logam yang teroksidasi. Garis ekstrapolasi pada daerah katode dapat dibuat secara manual dengan mengambil titik dalam jarak data tertentu dalam grafik katode yang memiliki linearitas paling tinggi. Perpotongan antara garis lurus anode dan katode menunjukkan nilai  $I_{kor}$  pada sampel aluminium dalam larutan natrium klorida 3,5%. Aplikasi Nova 1.10 membantu dalam menunjukkan nilai  $I_{kor}$  dalam suatu proses korosi. Data hasil pengukuran polarisasi seperti pada Gambar 3 akan dipilih 4 titik menggunakan kursor, 2 titik pada daerah katode dan 2 titik pada daerah anode, langkah berikutnya adalah membuat garis lurus dengan nilai  $r^2$  paling besar. Dengan aplikasi Nova 1.10, nilai  $i_{kor}$  pada variasi konsentrasi natrium silikat 0, 25, 50, 75, dan 100 mM adalah  $1,06 \times 10^{-2}$ ;  $8,09 \times 10^{-3}$ ;  $8,92 \times 10^{-3}$ ;  $1,27 \times 10^{-2}$ ; dan  $8,80 \times 10^{-2}$  A/cm<sup>2</sup>. Nilai  $i_{kor}$  digunakan untuk menghitung laju korosi, semakin tinggi nilai  $i_{kor}$  maka semakin tinggi laju korosi pada logam seperti pada persamaan (4).

$$\text{Laju korosi (mil/tahun)} = \frac{0,13 i_{kor} (Eq wt)}{\rho} \quad (4)$$

Nilai  $i_{kor}$  paling rendah dimiliki oleh konsentrasi 25 mM dan paling tinggi dimiliki oleh 100 mM.



**Gambar 4.** Pergeseran nilai potensial sampel aluminium.

Data hasil analisis laju korosi menggunakan metode Ekstrapolasi Tafel dirangkum dalam Tabel 2. Data tersebut memperlihatkan konsentrasi natrium silikat terhadap laju korosi sampel aluminium dalam larutan natrium klorida 3,5%. Natrium silikat dapat mempengaruhi laju korosi. Perubahan konsentrasi natrium silikat yang digunakan menentukan perubahannya sebagai inhibitor korosi (Tabel 2).

**Tabel 2.** Data hasil analisis laju korosi sampel aluminium dalam larutan natrium klorida dengan metode Tafel ekstrapolasi.

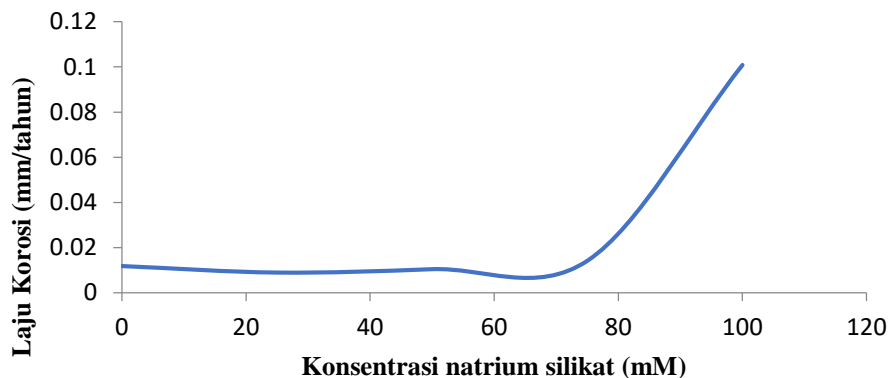
[Natrium Silikat] mM	$E_{kor}$ (V)	$I_{kor}$ (A)	$i_{kor}$ (A/cm <sup>2</sup> )	Laju Korosi (mm/tahun)
0	-0,7622	0,02014	0,0106	0,0118
25	-0,7258	0,01528	0,0081	0,0089
50	-0,7715	0,01755	0,0089	0,0104
75	-0,7538	0,02322	0,0127	0,0141
100	-1,1626	0,1665	0,0880	0,1009

Penambahan natrium silikat dengan konsentrasi 25, 50, dan 100 mM menyebabkan terjadinya perubahan nilai  $i_{kor}$ . Penambahan natrium silikat 100 mM meningkatkan nilai  $i_{kor}$  delapan kali lebih besar bila dibandingkan dengan nilai  $i_{kor}$  pada larutan natrium klorida yang tidak ditambahkan natrium silikat. Nilai  $i_{kor}$  berbanding lurus dengan laju korosi pada sampel aluminium. Perubahan nilai  $i_{kor}$  menunjukkan bahwa penambahan natrium silikat 100 mM ke dalam larutan natrium klorida dapat meningkatkan laju korosi seperti pada Gambar 5.

**Tabel 3.** Pengukuran nilai pH larutan natrium klorida dan natrium silikat.

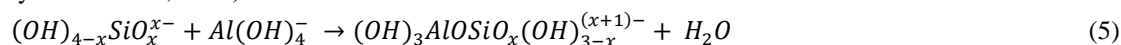
[Natrium Silikat]	pH Natrium Silikat	pH Natrium Klorida 3,5%	pH Campuran
25 mM	10,77	} 7,63	9,61
50 mM	11,21		9,74
75 mM	11,40		9,84
100 mM	11,44		10,40

Nilai pH yang meningkat menunjukkan peningkatan jumlah ion hidroksida (OH<sup>-</sup>). Aluminium merupakan logam amfoter yang dapat bereaksi dengan ion OH<sup>-</sup> (Roberge, 2008). Reaksi aluminium dan ion OH<sup>-</sup> menjadi lebih cepat pada pH  $\approx$  10. Larutan natrium klorida dengan penambahan natrium silikat 100 mM memiliki pH 10,40. Lapisan oksida atau lapisan aluminosilikat pada permukaan aluminium terbentuk lebih lambat dibandingkan dengan reaksi antara aluminium dengan ion OH<sup>-</sup> (Roberge and Pierre, 1999).

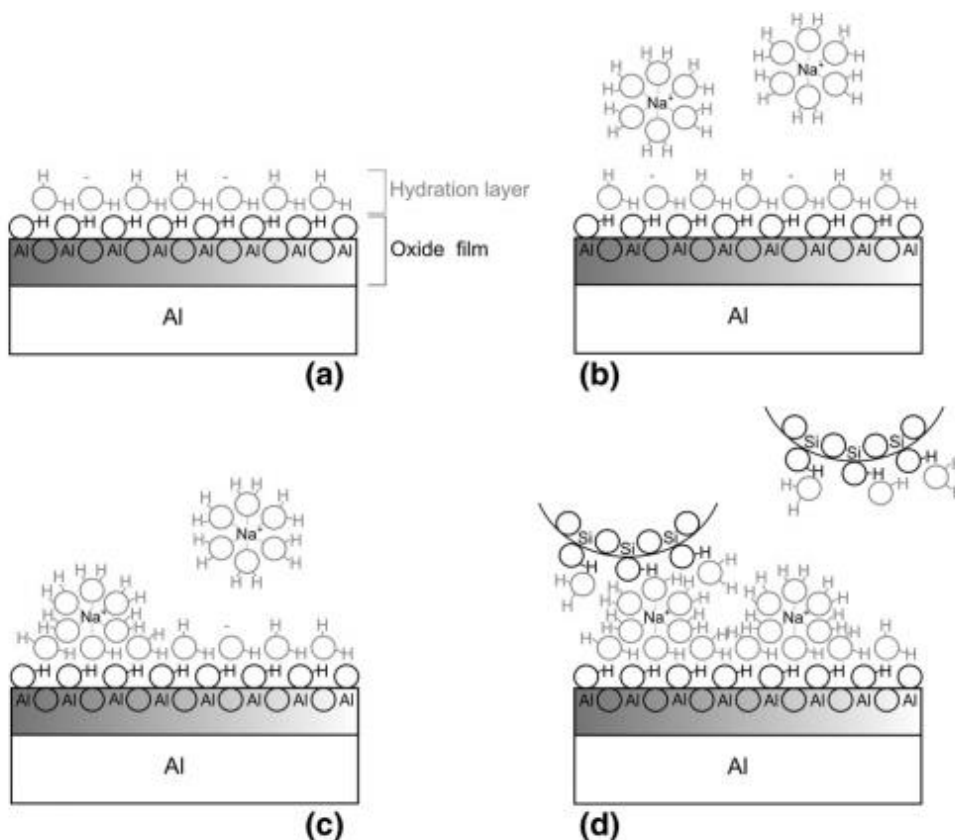


**Gambar 5.** Pengaruh konsentrasi natrium silikat terhadap laju korosi logam aluminium.

Penambahan natrium silikat 25 mM dapat menjadikan laju korosi pada sampel aluminium dalam larutan natrium klorida 3,5% paling rendah. Pada konsentrasi ini, aluminium bereaksi dengan ion  $\text{OH}^-$  dan ion  $\text{SiO}_3^{2-}$  membentuk ion aluminosilikat yang melapisi permukaan sampel aluminium berdasarkan persamaan (5) (Lopez-Garrity *and* Frankel, 2014).



Jumlah ion  $\text{OH}^-$  dan  $\text{SiO}_3^{2-}$  yang tidak berlebih dapat menghambat transfer elektron karena membentuk lapisan yang rapat pada permukaan aluminium (Lopez-Garrity *and* Frankel, 2014). Jumlah ion  $\text{OH}^-$  yang terlalu banyak dapat bereaksi dengan aluminium secara berlebih. Ion  $\text{SiO}_3^{2-}$  merupakan inhibitor korosi yang bekerja dengan cara adsorpsi seperti pada Gambar 6.



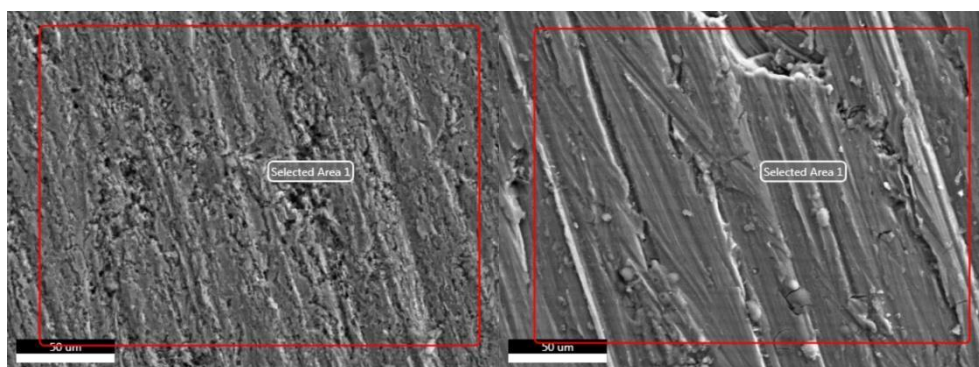
**Gambar 6.** Proses pembentukan lapisan aluminosilikat (a) ikatan antara lapisan oksida dengan ion hidroksida membentuk lapisan alumina (b) ion natrium yang dikelilingi oleh molekul air (c) penempelan ion natrium pada permukaan ion alumina (d) pembentukan lapisan aluminosilikat pada permukaan aluminium (Gaggiano *et al.*, 2011).



Ion  $\text{SiO}_3^{2-}$  menempel pada permukaan aluminium membentuk lapisan aluminosilikat yang distabilkan dengan ion  $\text{Na}^+$  pada permukaannya sehingga menghambat proses oksidasi dari logam aluminium. Proses pembentukan lapisan aluminosilikat diawali dengan pembentukan lapisan alumina ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) yang kemudian di ion  $\text{Na}^+$  akan menempel pada permukaan alumina dan pada akhirnya bagian terluar dibentuk oleh lapisan silikat membentuk lapisan aluminosilikat yang distabilkan oleh ion  $\text{Na}^+$  (Lopez-Garrity *and* Frankel, 2014; Gaggiano *et al.*, 2011).

### Analisis Morfologi Aluminium

Data analisis SEM-EDS mengamati perbedaan permukaan sampel aluminium yang ditambahkan 25 mM dan yang ditambahkan 100 mM pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Hasil analisis SEM pada permukaan aluminium yang dipreparasi dengan natrium silikat dengan konsentrasi 100 mM dan 25 mM.

Permukaan sampel aluminium dengan penambahan 100 mM natrium silikat memiliki permukaan yang jauh lebih berongga dibandingkan dengan permukaan sampel aluminium yang ditambahkan 25 mM natrium silikat. Pembentukan rongga ini disebabkan oleh proses korosi pada permukaan aluminium. Terbentuknya oksida logam pada permukaan sampel aluminium dibuktikan dengan adanya unsur oksigen di permukaan sampel aluminium dengan preparasi natrium silikat 100 mM dari hasil EDS (Tabel 4). Sebaliknya, hasil EDS pada permukaan aluminium dengan preparasi natrium silikat konsentrasi 25 mM tidak menunjukkan adanya unsur oksigen, artinya proses oksidasi tidak terjadi.

**Tabel 4.** Komposisi unsur pada permukaan sampel aluminium hasil analisis SEM-EDS.

Konsentrasi Natrium Silikat	Unsur	% Berat
25 mM	Magnesium	0,77
	Aluminium	97,94
	Silikon	1,29
100 mM	Magnesium	0,83
	Aluminium	93,24
	Oksigen	5,94

Berdasarkan data dan analisis dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan natrium silikat dengan konsentrasi 25 mM pada lingkungan natrium klorida 3,5% memberikan dampak yang paling tinggi dalam penurunan laju korosi pada sampel aluminium. Permukaan sampel aluminiumnya lebih rata, rongga lebih kecil, yang menandakan rendahnya laju korosi dibandingkan permukaan aluminium yang dipreparasi dengan natrium silikat 100 mM.

### KESIMPULAN

Penambahan natrium silikat 25 mM pada lingkungan natrium klorida 3,5% dapat berperan sebagai inhibitor korosi pada logam aluminium, laju korosi turun dari 0,0118 menjadi 0,0084 mm/tahun. Sebaliknya menaikkan konsentrasi natrium silikat menjadi 100 mM justru meningkatkan laju korosi aluminium hingga 0,101 mm/tahun. Penambahan natrium silikat yang berlebih dapat mengubah suasana lingkungan menjadi sangat basa sehingga laju korosi meningkat. Pada konsentrasi yang tepat, natrium silikat hasil isolasi dari sekam padi terbukti dapat berperan baik sebagai inhibitor korosi logam aluminium.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih pada Kepala Laboratorium Kimia Fisik dan Anorganik FMIPA Universitas Padjadjaran yang telah memberikan fasilitas selama penelitian ini berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fontana, M. 1987. *Corrosion Engineering*. McGraw-Hill, New York.
- Gaggiano, R., Moriamé, P., Biesemans, M., De Graeve, I., and Terryn, H., 2011. Mechanism of Formation of Silicate Thin Films on Porous Anodic Alumina. *Surface and Coatings Technology* 205(21–22), 5210–5217. doi: 10.1016/j.surfcoat.2011.05.029.
- Garcia-Cerda, L.A., Mendoza-Gonzales, O., Perez-Robles, J.F., and Gonzalez-Hernandez, J., 2002. Structural Characterization and Properties of Colloidal Silica Coatings on Copper Substrates. *Materials Letters* 56(October), 450–453. doi: 10.1021/nl080190s.
- Kumar, S., Sangwan, P., V, D.R.M., and Bidra, S., 2013. Utilization of Rice Husk and Their Ash : A Review. *Journal of Chemical and Environmental Sciences* 1(5), 126–129.
- Lopez-Garrity, O. and Frankel, G.S., 2014. Corrosion Inhibition of AA2024-T3 by Sodium Silicate. *Electrochimica Acta* 130, 9–21. doi: 10.1016/j.electacta.2014.02.117.
- Roberge, P.R., 2008. *Corrosion Engineering Principles and Practice*. first ed. McGraw-Hill, New York.
- Roberge, P.R. and Pierre, R., 1999. *Handbook of Corrosion Engineering*. McGraw-Hill, New York.
- Sastri, V.S., Ghali, E., and Elboujdaini, M., 2012. *Corrosion Prevention and Protection: Practical Solutions*. McGraw-Hill, New York.
- Wang, D. and Bierwagen, G.P., 2009. Coatings Sol – Gel Coatings on Metals for Corrosion Protection. *Progress in Organic* 64, 327–338. doi: 10.1016/j.porgcoat.2008.08. 010.