

## PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI INHIBITOR ALAMI PADA TULANGAN BETON BERTULANG

Sri Harsimi Usman<sup>1</sup>, Mufti Amir Sultan<sup>1\*</sup>, Muhammad Yunus Hi. Abbas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Khairun, Jln Jusuf Abdulrahman, Ternate, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektro Universitas Khairun, Jln Jusuf Abdulrahman, Ternate, Indonesia

\*muftialstn@unkhair.ac.id

**Abstrak**—Infrastruktur di wilayah pesisir atau yang kontak dengan pantai sebagian besar terbuat dari beton dengan tulangan baja atau beton bertulang. Tulangan baja yang rentan korosi apabila kontak langsung dengan air laut atau akibat pengaruh lingkungan laut. Ada beberapa cara yang dapat memperlambat laju reaksi korosi salah satunya dengan penambahan zat tertentu yang berfungsi sebagai inhibitor reaksi korosi. Seperti pada penelitian ini menggunakan abu sekam padi yang dicampurkan pada campuran beton bertulang dengan konsentrasi 5% dan 10% terhadap berat semen. Pengukuran korosi ini dengan menghitung berat hilang dari tulangan (efisiensi inhibisi). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi abu sekam padi yang diberikan maka semakin rendah laju korosinya, ini mengindikasikan bahwa dengan penggunaan abu sekam padi dapat berfungsi sebagai inhibitor alami

**Kata kunci**—Abu Sekam Padi, Inhibitor, Korosi, Weight loss

### I. PENDAHULUAN

Penggunaan beton bertulang sebagai bahan konstruksi masih menjadi pilihan utama bagi para perencana dan praktisi dalam dunia konstruksi. Pembangunan infrastruktur saat ini berkembang dengan pesatnya, namun masalah yang dihadapi adalah proses korosi pada tulangan yang akan memperpendek umur bangunan khususnya pada daerah pantai atau lingkungan laut akibat pengaruh ion klorida. Penelitian dengan pemanfaatan abu sekam pada sebagai bahan tambah atau substitusi semen dalam campuran beton untuk memperbaiki sifat beton telah banyak dilakukan seperti : dengan penambahan abu sekam pada campuran beton dengan konsentrasi tertentu dapat memperbaiki kuat tekan beton [12,13,14]. Paving blok sebagai produk dengan material utama dari beton dapat diperbaiki kualitas pavingnya dengan menambahkan abu sekam padi dalam campuran pada proses pembuatan paving blok [11].

Pemanfaatan abu sekam pada pada campuran beton selain memperbaiki sifat beton dapat juga berfungsi sebagai inhibitor pada baja tulangan yang ada dalam beton bertulang. Telah banyak penelitian terkait dengan penggunaan abu sekam padi sebagai inhibitor antara lain : Dengan menggunakan ekstrak abu sekam beras hitam sebagai inhibitor dapat memberikan efisiensi inhibitor dengan nilai optimum sebesar 91% dengan konsentrasi ekstrak abu sekam beras hitam sebesar 2000 ppm [6]. Penggunaan ekstrak sekam padi dalam berbagai konsentrasi (0, 10, 15, 20, dan 25 ppm) dengan waktu perendaman yang berbeda menunjukkan bahwa ekstrak sekam padi bertindak sebagai inhibitor yang baik untuk baja ringan. Ekstrak sekam padi mampu mengurangi laju korosi hingga 4,77 mmpy dengan efisiensi 90% [8].

Penelitian dengan menggunakan ekstrak sekam padi pada korosi baja karbon dalam media asam, menghasilkan bahwa efisiensi penghambatan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak sekam padi. Efisiensi inhibitor tertinggi adalah 94,24% dengan konsentrasi inhibitor 0,25 gr/ltr dalam media asam sulfat sementara efisiensi inhibitor 89% dengan konsentrasi inhibitor 0,20 gr/ltr dalam media asam klorida [7]. Pemanfaatan sekam padi dan Kalium Iodida sebagai inhibitor pada baja ringan dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Hasil

penelitian menyatakan bahwa penambahan kalium iodide dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi ekstrak sekam padi. Efisiensi tertinggi adalah 95,89% pada konsentrasi inhibitor 1250 ppm pada suhu 313 K [9]. Abu sekam padi sangat potensial untuk dikembangkan menjadi bio-inhibitor yang aman dan ramah lingkungan [10]. Penggunaan abu sekam pada campuran beton akibat hujan asam. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan jumlah korosi yang terjadi [3]. Penggunaan inhibitor korosi pada spesimen menunjukkan bahwa inhibitor korosi memiliki kecenderungan untuk melindungi tulangan dari korosi [5,15]. Penambahan abu soda ke campuran beton menunjukkan perlindungan korosi yang lebih baik daripada sampel beton tanpa abu soda [4].

### **Korosi**

Korosi adalah proses rusaknya material yang disebabkan karena adanya pengaruh dari lingkungan material tersebut. Korosi yang terjadi pada baja tulangan merupakan sebuah reaksi elektrokimia yang melibatkan transfer elektron dari satu jenis material ke material lain. Reaksi ini terjadi jika ada reaksi anodik atau oksidasi dan reaksi katodik atau reduksi. Baja tulangan yang terkorosi, volume karatnya lebih besar  $\pm 3$  kali dari volume bahan asalnya sehingga mengakibatkan keretakan pada beton. Hal ini merupakan awal dari kerusakan beton yang akhirnya menuju ke kerusakan yang lebih parah sehingga secara keseluruhan memperpendek usia layan konstruksi tersebut. Baja tulangan di dalam beton terkorosi apabila keadaan pasif hilang yaitu pH lingkungan pada bidang kontak baja-beton turun sampai  $< 9,5$ .

### **Inhibitor**

Inhibitor adalah suatu bahan kimia yang ketika ditambahkan dalam jumlah konsentrasi yang tertentu pada suatu lingkungan, dapat secara efektif mengurangi laju korosi. Inhibitor bereaksi dengan permukaan logam yang terekspos dalam suatu lingkungan dan akan memberikan proteksi pada permukaan tersebut. Dalam penggunaan inhibitor dapat ditentukan efisiensi dari penggunaan inhibitor tersebut. Penghitungan efisiensi didapatkan melalui presentase penurunan laju korosi dengan adanya penambahan dibandingkan dengan laju korosi yang tanpa ditambahkan inhibitor. Penghitungan ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi inhibitor} = \frac{X_a - X_b}{X_a} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan :  $X_a$  = Laju korosi tanpa inhibitor (mpy)

$X_b$  = Laju korosi dengan inhibitor (mpy)

### **Abu sekam padi**

Abu sekam padi diperoleh dengan membakar sekam padi secara terkendali tanpa menyebabkan pencemaran lingkungan. Ketika dibakar dengan benar, hasilnya memiliki kadar  $\text{SiO}_2$  tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan tambah adukan beton. Abu sekam padi menunjukkan karakteristik pozzolan yang tinggi dan berkontribusi menghasilkan beton dengan kekuatan dan impermeabilitas yang tinggi. Abu sekam padi pada dasarnya terdiri dari silica amorf (90%  $\text{SiO}_2$ ), 5% karbon dan 2%  $\text{K}_2\text{O}$ . Luas permukaan abu sekam padi 40-100  $\text{m}^2/\text{gram}$ . Tingginya kadar silica dalam abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan materi berbasis silika. Salah satu pemanfaatan silika yaitu sebagai pelapis baja karbon anti korosi

### **Analisa Laju Korosi Metode Weight Loss**

Metode weight loss atau kehilangan berat merupakan metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan laju korosi. Prinsip dari metode ini adalah dengan menghitung banyaknya material yang hilang atau kehilangan berat setelah dilakukan pengujian rendaman sesuai dengan standar ASTM G 31-72. Massa awal logam dihitung setelah logam tersebut dibersihkan dari oksida, lalu logam tersebut diperlakukan pada suatu lingkungan yang korosif

seperti pada air laut selama waktu tertentu. Setelah perlakuan logam tersebut pada media korosif selanjutnya logam setelah dibersihkan dari hasil korosi yang terbentuk dan massa tersebut dinyatakan sebagai massa akhir. Dengan mengambil beberapa data seperti luas permukaan yang terendam, waktu perendaman dan massa jenis logam yang di uji maka dihasilkan suatu laju korosi. Persamaan laju korosi dapat ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\text{Corrosion Rate (CR)} = \frac{K \times W}{A \times T \times D} \quad (2)$$

Keterangan :

K : Konstanta, lihat pada Tabel I.

T : *Time of exposure*

A : Luas (Cm<sup>2</sup>)

W : Kehilangan berat (gram)

D : *Density* (  $\rho$  ) gr/cm<sup>3</sup>

Tabel I. Konstanta perhitungan laju korosi berdasarkan satuannya (ASTM G 31-72)[3]

Satuan Laju Korosi / Corrosion Rate	Kontanta
<i>Mils per year (mpy)</i>	3,45 x 10 <sup>6</sup>
<i>Inches per year (ipy)</i>	3,45 x 10 <sup>3</sup>
<i>Inches per month (ipm)</i>	2,87 x 10 <sup>2</sup>
<i>Milimeters per year (mm/y)</i>	8,76 x 10 <sup>4</sup>
<i>Micrometers per year (µm/y)</i>	8,76 x 10 <sup>7</sup>
<i>Picometres per second (pm/s)</i>	2,78 x 10 <sup>6</sup>
<i>Grams per square metre per hour (g/m<sup>2</sup>-h)</i>	1.00 x 10 <sup>4</sup> x DA
<i>milligrams per square decimetre per day (mdd)</i>	2.40 x 10 <sup>6</sup> x DA
<i>micrograms per square metre per second (µg/m<sup>2</sup>-s)</i>	2.78 x 10 <sup>6</sup> x DA

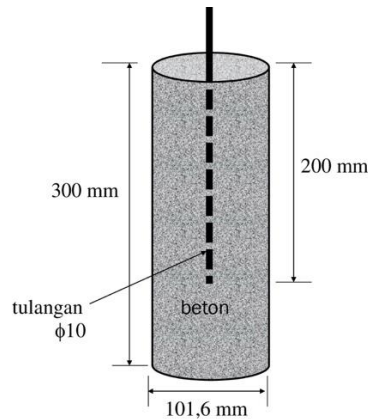
## II. METODOLOGI

### Benda Uji

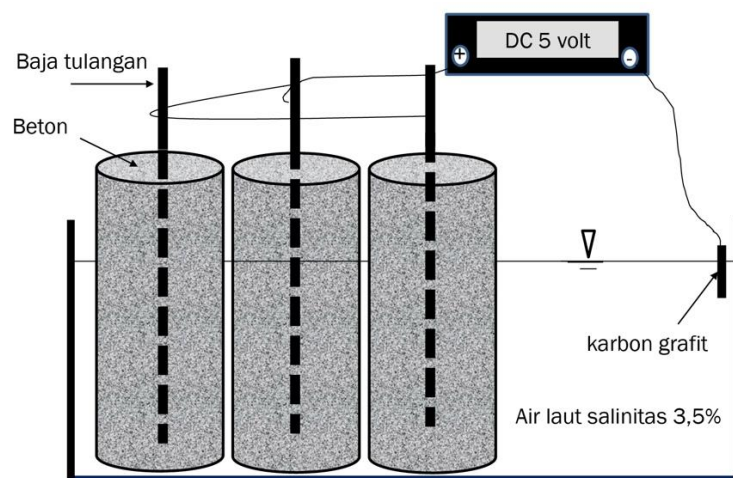
Sampel yang digunakan adalah beton dengan mutu 25 MPa berbentuk silinder dengan tinggi 30 mm dan diameter 101,6 mm, baja tulangan Ø 10 mm ditanam dalam beton dengan panjang 200 mm. Material pembentuk beton menggunakan agregat kasar dan agregat halus dari quarry Togafo, air pencampur beton dengan menggunakan air tawar dan air laut sainitas 3,5%, detail benda uji seperti pada gambar 1. Abu sekam padi dimasukkan ke dalam campuran beton dengan konsentrasi 5% dan 10% terhadap berat semen. Sebagai sampel kontrol digunakan sampel tanpa penambahan abu sekam padi.

### Set-Up Pengujian Korosi

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan arus sebagai alat bantu untuk mempercepat proses korosi pada setiap sampel, sampel direndam pada larutan NaCl 3,5%. Pada pengujian ini rangkaian disusun secara seri dengan menggunakan karbon grafit sebagai katodanya dan baja tulangan sebagai anodanya. Proses pengujian ini mengacu pada ASTM C 31-72 [2]. Pengujian ini dilakukan menggunakan arus DC 5 V yang berasal dari *power supply* sebagai alat bantu mempercepat korosi. Proses ini bertujuan untuk mempercepat perpindahan ion Fe<sup>+</sup> dan elektronnya. Mekanisme pengujian percepatan korosi seperti pada gambar 3



Gambar 2. Ukuran Spesimen Beton Bertulang



Gambar 3. Mekanisme Pengujian Korosi dengan Mengaliri Arus Listrik

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengamatan Visual

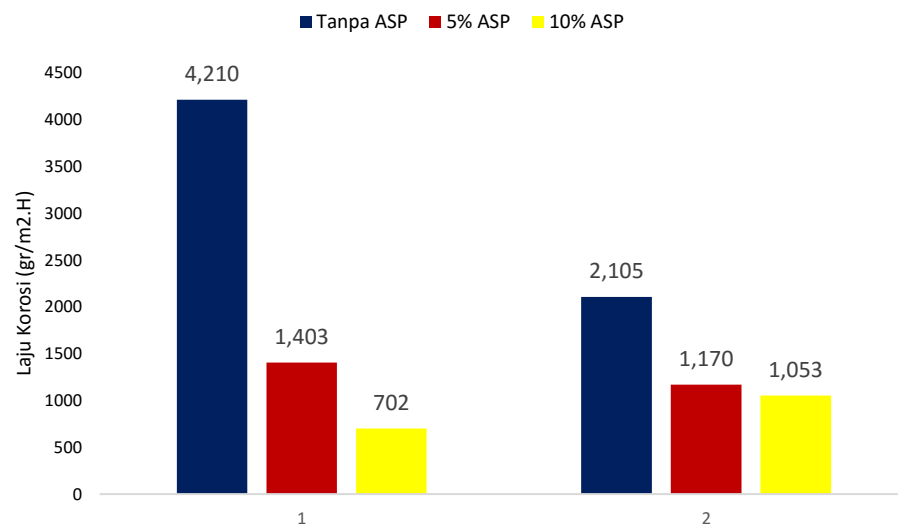
Korosi bermula pada bagian baja yang menghadap ke arah katoda, ini terjadi karena pada saat menghadap katoda secara otomatis memudahkan baja untuk melepas elektron dari anoda menuju katoda. Selain itu korosi juga terjadi lebih cepat pada bagian antara baja tulangan yang menyelimuti beton. Selain itu korosi juga terjadi lebih cepat pada bagian antara baja tulangan yang bebas dengan bajatulangan yang terselimuti beton, hal ini terjadi karena tidak homogenya permukaan baja tersebut akibat beda konsentrasi  $O_2$ . Dalam proses terjadinya korosi baja tulangan beton yang diakibatkan ketika beton direndam pada suatu larutan maka beton tersebut akan mengalami penetrasi atau difusi. Hal ini dapat mempengaruhi nilai dari resistensi yang dimiliki oleh beton tersebut ketika dialiri arus dan kadar  $O_2$  yang ada pada sebuah larutan memiliki peran penting untuk proses oksidasi terhadap baja tulangan sehingga terjadilah korosi. Peran penting inhibitor abu sekam padi yang bereaksi dengan beton sehingga membentuk lapisan pelindung yang berfungsi melindungi permukaan logam dari interaksi lingkungan.



Gambar 4. Korosi Permukaan Baja Tulangan

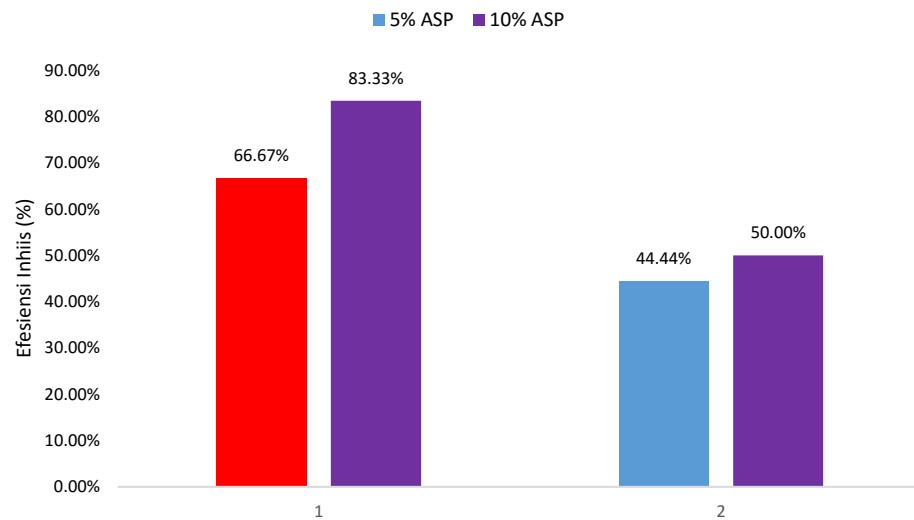
### A. Efisiensi Inhibitor Terhadap Laju Korosi

Selama pengujian korosi diketahui pengaruh penambahan variasi inhibitor terhadap Laju korosi yang terjadi pada baja tulangan mengalami penurunan berat dari tiap specimen baja tulangan beton dengan berbagai variasi material campuran pada beton. Pengaruh inhibitor ASP terhadap benda uji dengan air tawar dan air laut seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Laju Korosi

Dari hasil perhitungan laju korosi untuk sampel di tiga variasi campuran beton dengan konsentrasi inhibitor yang berbeda-beda diperoleh nilai laju korosi yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor yang diberikan. hal ini membuktikan bahwa inhibitor abu sekam pada permukaan mampu menghambat difusi elektron dari atau menuju permukaan elektroda sehingga proses korosi dapat terhambat dengan baik dan dapat memperlambat laju korosi. Untuk mengetahui kemampuan abu sekam padi yang digunakan sebagai inhibitor korosi pada baja tulangan maka dilakukan pengukuran efisiensi inhibitor baja tulangan.



Gambar 6. Diagram Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap efisiensi inhibitor

Penambahan inhibitor mampu meningkatkan efisiensi untuk menekan laju korosi. Semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang diberikan maka semakin tinggi pula efisiensi dari inhibitor tersebut. Hal ini dibuktikan dengan penambahan inhibitor 10% mampu menekan laju korosi dengan efisiensi 83% pada sampel dengan air tawar dan 50% pada sampel dengan menggunakan air laut sebagai bahan pencampur..

#### IV. KESIMPULAN

Penggunaan abu sekam padi yang dicampurkan pada beton bertulang dapat berfungsi sebagai inhibitor yang menghambat proses terjadinya korosi pada tulangan beton.

#### REFERENSI

- [1] Abdulsada, S.A. et al (2017). *Studying the Effect of Eco-addition Inhibitors on Corrosion Resistance of Reinforced Concrete Migrating Corrosion Inhibitors to Protect Reinforced Concrete*, Bioprocess Engineering 1(3):81-86.
- [2] ASTM G31-72 (2004). *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*, ASTM International.
- [3] Ahmad, I.A., Parung, H., Tjaronge.M.W., dan Djamaluddin, R., Corrosion of Concrete Using Portland Composit Cement and Rice Huks Ash Under Simulated Acid Rain Environment, *Advanced Material Researchy* 789(1) 2013:511-514.
- [4] Bavarian, B., Oluwaseye, A., dan Reiner, L., *Migrating Corrosion Inhibitors to Protect Reinforced Concrete Structures*, International Conference Corrosion, 2018:1-8.
- [5] Elsener, B., *Corrosion Inhibitor for Steel in Concrete*, Congres on Advanced Materials. 2000.
- [6] Maksum, A., Pemanfaatan Sekam Padi Beras Hitam sebagai Inhibitor Korosi yang Ramah Lingkungan, *Politeknologi* 10(3) 2011:253-259.
- [7] Olawale, O., Adediran, A. A., Oyinbo, T., dan Kalawole, O., *Inhibitory action of rice husk extract (RHE) on the corrosion of Steel in Acidic Media*, Aceh International Journal of Science and Technology 6(2) 2018:44-51.
- [8] Pramudita, M., Sukirna, S., dan Nasikin, M., *Rice Husk Extracts Ability to Reduce the Corrosion Rate of Mild Steel*, International Journal of Chemical Engineering and Applications 9(4) 2018:143-146.
- [9] Pramudita, M., Sukirna, S., dan Nasikin, M., *Synergistic Corrosion Husk Extracts Ability to Inhibition Effect of Rice Husk Extract and KI for Mild Steel In H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> Solution*, Bulletin of Chemical Reaction Engineering and Catalysis 14(3) 2019:143-146.
- [10] Shen, Y., *Rice Husk Silica Derived Nanomaterials for Sustainable Applications*, Renewable and Sustainable Energy 80 2017: 453-466.

- [11] Suparti, E., Damayanti, R.W., Pujiyanto, E., Penentuan Setting Level Optimal pada Pemanfaatan Abu Sekam Padi untuk Meningkatkan Kualitas Paving Block Menggunakan Metode Eksperimen Taguchi, Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2008:51-59.
- [12] Solikin, M., dan Susilo., Pengaruh Pemakaian Abu Sekam sebagai Cementitious Terhadap Perkembangan Kuat Tekan Beton Campuran 1 pc: 2 ps: 3 kr, Prosiding The 3<sup>rd</sup> University Research Coloquium 2016:35-40.
- [13] Tata, A., Sultan. M.A., Sumartini, Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi sebagai Campuran Bahan Baku Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton, Sipilsains 6(11), 2016:23-30.
- [14] Yulianto, E. F., dan Mukti, M.H., Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi pada Kuat Tekan Beton Campuran 1 pc: 2 ps: 3 kr, Jurnal Saintek 12(2), 2015:74-78.
- [15] Zacharopoulou, A., Zacharopoulou, E., dan Batis, G., *Protection Systems for Reinforced Concerete With Corrosion Inhibitor*, Open Journal of Metal 4, 2014:86-92.

Halaman ini sengaja dikosongkan