



Aplikasi *Liquid Smoke* sebagai Penghambat Laju Korosi Mild Steel

Adlan Syakuro¹, Mohamad Ramadani Rudiantama¹, Faiz Irza Ramadhan¹, Ponco Indra Kusumo¹, Aniel Ricardo Marulitua Tambun¹, Dianta Mustofa Kamal² dan Ahmad Maksum^{3*}

1. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 16425, Indonesia

2. Program Pascasarjana, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 16425, Indonesia

Research Center for eco-friendly Technology, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 16425, Indonesia

*E-mail: ahmad.maksum@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Penelitian inhibitor alami pada saat ini sudah mulai berkembang dan banyak sumber untuk menghasilkan inhibitor mulai dari kopi, teh, kedelai, tempurung kelapa, sekam padi dan sebagainya. Pemanfaatan limbah sangatlah membantu meminimalisir pencemaran lingkungan. Pengaplikasian ini menerapkan apa yang sudah diteliti sebelumnya terhadap benda secara langsung untuk meminimalisir laju korosi pada sebuah silo storage yang diasumsikan berbahan dasar mild steel, menggunakan metode *coating* sebagai pengaplikasian terhadap permukaan dengan kandungan inhibitor sekam padi 100ppm dan *waterglass* 58%. Penambahan lapisan pada permukaan seharusnya dapat meminimalisir laju korosi, sehingga benda atau alat dapat digunakan dalam jangkauan lebih lama dari seharusnya.

Kata Kunci: *Inhibitor, Korosi, sekam padi, Asap Cair.*

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu Negara di Asia yang memiliki iklim tropis dengan kelembaban udara yang relatif tinggi (dapat mencapai 80%), suhu udara yang relatif tinggi juga dapat mencapai 35°C. Disisi lain Indonesia merupakan salah satu negara penghasil padi terbesar (Badan Pusat Statistik, 2016), dimana padi sendiri menghasilkan sekam yang dapat digunakan kembali untuk diolah menjadi silica (Lee et al., 2017; Sankar et al., 2018), dengan kandungan silika yang sangat tinggi sebesar (94,4%) dan sangat berpotensi untuk menjadi bahan baku pembuatan produk berbasis silika seperti kromium silikat (Schneider et al., 2020), silica presipitat (Raza et al., 2018), dan lain sebagainya. Pemanfaatan limbah yang murah dapat mengurangi pencemaran lingkungan baik air, udara maupun yang lainnya, penggunaan sekam padi sebagai bahan dasar yang bersifat absorben merupakan cara alternatif yang lebih ramah lingkungan serta memiliki nilai ekonomis yang sangat menguntungkan masyarakat, karena berasal dari alam dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Wang et al., 2016).

Berdasarkan hasil penelitian, sekam padi memiliki kandungan *moisture* berkisar 9,2% (Maksum et al., 2019) yang dimana hal tersebut memungkinkan bagi sekam untuk menyerap air lebih banyak kedalam tubuh sekam sendiri, walaupun sudah melalui tahap pengeringan seharian, namun dengan kondisi iklim di Indonesia yang memiliki kelembaban yang relatif tinggi memungkinkan sekam padi yang sudah dikeringkan mengalami penyerapan air kembali. Penyimpanan sekam padi setelah dikeringkan yang dimasukkan kedalam *silo storage* berbahan dasar mild steel, hal ini dapat mengakibatkan korosi perlahan yang diakibatkan dari kelembaban udara luar serta kelembaban sekam padi yang sudah dikeringkan, dengan di diamkannya sekam padi didalam *silo storage* yang dapat memungkinkan sekam padi menyerap suhu ruangan sehingga menjadi lembab kembali dengan jangka waktu tertentu. Tentunya hal ini sangatlah tidak diinginkan oleh banyak masyarakat.

Hak Cipta:
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritikan atau tinjauan masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK

JAKARTA



Korosi merupakan proses yang mustahil untuk dihentikan, namun untuk meminimalisir terjadinya korosi maka diperlukan pencegahan terhadap benda yang digunakan, pencegahan dapat dilakukan dengan memberikan inhibitor. Korosi sendiri memiliki bahan dasar kimia dan alami untuk meminimalisir pencemaran lingkungan dengan pembatasan penggunaan inhibitor berbahan dasar kimia, maka didapatkan alternatif menggunakan inhibitor alami yang berbahan dasar asap cair sekam padi (Maksum, 2011). Pada penelitian sebelumnya didapatkan bahwa *inhibitiion efficiency* dari mild steel dengan konsentrasi 2000 ppm dengan media 1M HCL, mendapatkan hasil 91,19% dengan masa pencelupan 6 hari, dapat diasumsikan dengan menggunakan inhibitor alami sekam padi dapat mengurangi laju korosi pada mild steel.

Dari hasil uji coba, ditemukan bahwa silika gel alami mampu menyerap air lebih banyak (0,01 gr/ml), kadar air 0,285% dapat dibandingkan dengan bahan dasar sintesis (0,008 gr/ml), kadar air 0,248%. Dengan hal ini dapat dipastikan penyerapan air terhadap sekam padi yang disimpan didalam *silo storage* sangatlah memungkinkan untuk menimbulkan korosi pada dinding yang diasumsikan berbahan dasar mild steel. Korosi sendiri dapat terjadi karena memiliki faktor utama berupa adanya suatu reaksi kimia, dimana kecepatan korosi bergantung pada beberapa aspek diantaranya temperatur, konsentras reaktan, produk dari korosi itu sendiri, tegangan mekanik dan erosi akibat gesekan.

Untuk meminimalkan laju korosi, banyak metode yang digunakan untuk menghambat salah satunya dengan cara proteksi berupa penggunaan *coating* (pelapisan), terutama pada bagian permukaan yang kontak langsung dengan udara bebas dan permukaan dalam silo storage yang memiliki kelembaban. *Coating* sendiri merupakan salah satu cara yang digunakan untuk menghambat laju korosi. *Coating* yang berfungsi sebagai pelindung material logam dari reaksi elektrokimia dengan lingkungan sekitar yang berlembab serta banyak mengandung uap air. Dimana *silo storage* sendiri dapat terjadi penguapan didalamnya serta penyerapan air yang bergantung pada kondisi dimana *silo storage* itu ditempatkan (Ni et al., 2010).

Pada pengaplikasiannya *green inhibitor* dicampurkan dengan *waterglass* dengan konsentrasi tertentu yang dilakukan pemberian terhadap *silo storage* berbahan dasar mild steel dengan cara *dicoating* dengan campuran inhibitor sekam padi dan *waterglass*, yang diharapkan dapat meminimalisir laju korosi yang terdapat didalam maupun diluar *silo storage*.

Metode Penelitian

Uji memiliki produk samping setelah proses penggilingannya berupa sekam, dari penggilingan padi dapat menghasilkan 20% beras, 20% sekam padi, dan sisanya hilang. Sekam padi yang tidak diolah dapat menimbulkan pencemaran lingkungan baik pada air, udara maupun PH air, sedangkan dalam sekam padi sendiri terdapat senyawa yang dapat digunakan dalam bentuk asap cair.

Asap cair sendiri dihasilkan dengan proses kondensasi asap yang terjadi pada sisem kondensor. Proses pengkondensasian asap hasil pembakaran sekam padi sangatlah bermanfaat karena mengurangi pencemaran udara serta hasil dari asap cair sendiri dapat digunakan sebagai bahan baku pengawet, antioksidan dan inhibitor alami. Komponen utama dari asap cair yang berperan dalam proses pengasapan berupa senyawa fenol, karbonil, dan asam. Besarnya jumlah komposisi senyawa-senyawa tersebut dipengaruhi oleh bahan baku pembuatannya (Seminar & Kimia, 2015).

Korosi merupakan kerusakan yang terjadi akibat reaksi kimia antara sebuah logam atau logam paduan di dalam suatu lingkungan, hasil dari reaksi korosi tersebut maka suatu material akan mengalami perubahan (baik bentuk fisik maupun kimia) sifat ke arah yang lebih rendah dari sebelumnya.

- Korosi dapat terjadi apa bila terdapat empat elemen dibawah
 - Anoda Terjadi reaksi oksidasi, maka daerah tersebut akan menimbulkan korosi
 - Katoda Terjadi reaksi reduksi, daerah yang mengkonsumsi elektron
 - Ada hubungan (*metallic Pathway*) Tempat aruh mengalir dari katoda ke anoda
 - Larutan (*electrolyte*) Larutan korosif yang dapat mengalirkan arus listrik
- Laju korosi merupakan kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu, satuan yang biasa digunakan mm/year (standar internasional) atau mill/year (mpy, standar british), tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi pada umumnya memiliki laju korosi 1-200 mpy. Adapun kategori material berdasarkan ketahanannya terhadap korosi terlihat pada Tabel 1 (Elizabeth F. Rangel & Carvalho, 2017).

Tabel 1. Kategori material berdasarkan ketahanannya terhadap korosi.

	Approximate Metric Equivalent
--	-------------------------------



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis atau tanpa mengizinkan penggunaan atau penyebaran karya tulis atau gambar atau dengan cara apapun untuk tujuan komersial atau lainnya.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Relative corrosion resistance	mpy	mm/year	µm/yr	Nm/yr	Pm/sec
outstanding	<1	<0.02	<25	<2	<1
Excellent	1-5	0.02-0.1	25-100	2-10	1-5
Good	5-20	0.1-0.5	100-500	10-50	5-20
Fair	20-50	0.5-1	500-1000	50-100	20-50
Poor	50-200	1-20	1000-5000	150-500	50-200
Unacceptable	200+	5+	5000+	500+	200+

Metode untuk dapat mengetahui hasil secara langsung pada saat pengukuran. Pengujian ini menggunakan rumus sebagai berikut [5]

$$CR = \frac{3640 * W}{D * A * T}$$

- = kecepatan korosi, *mmpy*
- = berat yang hilang
- = Density ($\frac{gr}{cm^3}$)
- = waktu pencelupan (hari)

Inhibitor korosi berasal dari senyawa organik dan anorganik dimana senyawa tersebut mengandung gugus-gugus yang memiliki pasangan elektron bebas, seperti kromat, fosfat, nitrit, dan senyawa lainnya. Namun pada dasarnya bahan kimia tersebut merupakan bahan kimia berbahaya yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, dengan harga yang relatif mahal, oleh sebab itu jarang industri kecil menggunakan inhibitor kimia tersebut sebagai penahan laju korosi. Solusi dari penggunaan inhibitor adalah dengan menggunakan inhibitor alami yang mudah didapatkan serta mudah diproses, dengan harga yang relatif murah dan ramah lingkungan. Sudah banyak pengembangan-pengembangan penelitian mengenai inhibitor alami, seperti sekam padi (Maksum, 2011), teh (Alsabagh et al., 2015), daun mimba (Swaroop et al., 2015), kulit melon (Saeed et al., 2019), dan sebagainya.

Coating merupakan metode pelapisan yang diterapkan pada permukaan suatu benda. Tujuan dari pelapisan itu sendiri adalah untuk fungsional maupun dekoratif. Pelapisan itu sendiri memiliki 2 jenis, yaitu *liquid coating* dan *concrete coating*. *Liquid coating* merupakan pengecatan, sedangkan *concrete coating* pelapisan menggunakan beton.

Terdapat tiga komponen dasar didalam *liquid coating* yaitu:

- Pigment, berfungsi untuk menghambat laju korosi pada logam yang bekerja secara pasif
- Binder, berfungsi untuk menentukan karakter dari lapisan cat.
- Solvent, berfungsi untuk melarutkan material binder dan mengurangi kekentalan coating untuk memudahkan pengaplikasian.

Material yang digunakan diasumsikan *silo storage* berbahan dasar mild steel dengan jari-jari 25 cm, tinggi 100 cm. Diampelas menggunakan #100 untuk mendapatkan permukaan yang kasar serta mendapatkan profil pada material, sehingga memudahkan daya lekat antara cat dan benda kerja.

Pencampuran 500 gr inhibitor alami dengan larutan air 0.25L, sehingga mendapatkan konsentrasi inhibitor sebanyak 2000 ppm, berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya, dengan menggunakan konsentrasi 2000 ppm mampu memperlambat laju korosi sebanyak 91,19%.

Pengenceran terjadi dengan cara memanaskan *aquades* dalam gelas kimia dan dijaga pada suhu 60°C, kemudian berdasarkan percobaan sebelumnya menggunakan konsentrasi 58% yang dimasukan kedalam gelas kimia yang disertai



dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*, ketika *aquades* sudah panas dimasukkan kedalam gelas kimia dan dididihkan hingga membentuk larutan dengan konsentrasi tertentu, setelah itu didinginkan dan hingga mencapai suhu ruang.

1. Siapkan larutan *waterglass* dan larutan inhibitor yang telah dibuat, masukan larutan *waterglass* kedalam gelas kimia lalu campurkan larutan inhibitor dengan komposisi atau perbandingan volume yang telah ditentukan dan aduk hingga menjadi larutan homogen.

2. Siapkan material *coating* pada wadah yang dipindahkan dari gelas kimia, oleskan permukaan luar dan dalam silo storage menggunakan kuas, usap secara merata dan teliti, hindari melakukan *coating* didaerah yang berdebu untuk menghindari terjadinya penempelan partikel-partikel pengganggu.

Pembahasan

Proses inhibisi korosi pada penelitian sebelumnya pada *mild steel*. Inhibitor korosi yang digunakan merupakan asap cair sekam padi. Proses inhibisi korosi yang dilakukan dengan proses perendaman oleh media korosi HCL dengan konsentrasi 1M dalam jangka waktu yang ditentukan.

Pada kondisi *mild steel* normal korosi sangatlah mudah terjadi dikarenakan terdapat reaksi antara *mild steel* dan media korosi. Penggunaan inhibitor alami merupakan pelapisan yang secara langsung melindungi permukaan *mild steel*, dimana inhibitor berfungsi sebagai penghambat kontak langsung dengan *mild steel* yang terlapsi. Faktor yang mempengaruhi laju reaksi salah satunya adalah penggunaan inhibitor. Pada hasil percobaan sebelumnya [5] dapat dilihat pada Tabel 2 pengaruh konsentrasi inihbitor mempengaruhi CR(*Corrosion Rate*).

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi inhibitor dan lama perendaman terhadap kecepatan korosi.

T(Hari)	Konsentrasi (ppm)			
	0	500	1000	2000
2	5.30	1.36	1.09	0.95
4	6.39	1.70	1.22	0.88
6	7.21	3.40	1.18	0.63
8	7.85	3.64	3.30	0.82
10	8.84	5.41	2.94	1.03
12	8.93	5.44	4.51	1.56
14	9.52	6.08	4.37	1.90

Secara umum pemberian kosentrasi yang lebih besar dapat menurunkan *Corrosion Rate*(CR), dimana pada penelitian sebelumnya didapatkan nilai terendah terdapat pada uji coba hari ke enam dengan kosentrasi 2000 ppm. Berdasarkan tabel 1, maka dapat diketahui bahwa *Corrosion Rate* semakin kecil maka akan semakin tinggi kekuatannya terhadap laju korosi.

Pada penelitian sebelumnya juga, dapat diketahui bahwa korosi dapat terjadi secara cepat pada daerah lembab dibandingkan dengan udara bebas yang dimana laju korosi berbanding lurus dengan kelembaban.

Dengan sifat sekam padi yang *absorbent*, maka kemungkinan untuk bertambahnya kelembaban didalan silo storage akan meningkat yang dapat memicu terjadinya korosi didalam permukaan *silo storage* yang berbahan *mild steel*. Oleh karena itu diperlukannya pelapisan permukaan dalam mau pun luar *silo storage* dengan metode *coating* untuk menghindari atau menghambat terjadinya korosi yang disebabkan oleh kelembaban.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, maka pengaplikasiannya dapat digunakan ditambah *waterglass* sebagai perekat. Dengan dilakukannya penambahan inhibitor pada permukaan yang berbahan dasar *mild steel* berdasarkan uji coba sebelumnya dapat mengurangi laju korosi pada permukaan sehingga seharusnya dapat memperpanjang masa pakai *silo storage* berbahan dasar *mild steel*.



Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih atas dukungan finansial dari Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UP2M) Politeknik Negeri Jakarta melalui program hibah penelitian skema Penelitian Mahasiswa Tingkat Akhir (PMTA) dan PIT tahun 2022. Disamping itu, terima kasih juga kami ucapkan atas dukungan dan fasilitas dari segenap personel Research Center for Eco-friendly Technology.

Hak ingiat:

Asabagh, A. M., Migahed, M. A., Abdelraouf, M., & Khamis, E. A. (2015). Utilization of green tea as environmentally friendly corrosion inhibitor for carbon steel in acidic media. *International Journal of Electrochemical Science*, *10*(2), 155–187.

Badan Pusat Statistik. (2016, July 1). Produksi padi, jagung, dan kedelai 2015. *Berita Resmi Statistik*, *62*, 1–11.

Elizabeth, Rangel, S. M. da C. and, & Carvalho, B. M. (2017). World ' s largest Science , Technology & Medicine Open Access book publisher : *Design, Control and Applications of Mechatronic Systems in Engineering*, 135–152. <https://doi.org/10.5772/67458>

Chang, J. H., Kwon, J. H., Lee, J. W., Lee, H. sun, Chang, J. H., & Sang, B. I. (2017). Preparation of high purity silica aginated from rice husks by chemically removing metallic impurities. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, *50*, 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2017.01.033>

Praksum, A. (2011). Pemanfaatan Sekam Padi Beras Hitam sebagai Inhibitor Korosi yang Ramah Lingkungan. *Politeknologi*, *10*(3), 253–259.

Praksum, A., Rustandi, A., Permana, S., & Soedarsono, J. W. (2019). Roasting-Quenching Pretreatment in the Calcination Process To Improve the Purity of Rice Husk Bio-Silica. *JP Journal of Heat and Mass Transfer*, *16*(2), 313–316. <https://doi.org/10.17654/hm016020313>

Shen, X., Zheng, Z., Hu, X., & Xiao, X. (2010). Silica-coated iron nanocubes: Preparation, characterization and application in microwave absorption. *Journal of Colloid and Interface Science*, *341*(1), 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2009.09.017>

Suzana, N., Raza, W., Madeddu, S., Agbe, H., Kumar, R. V., & Kim, K.-H. (2018). Synthesis and characterization of amorphous precipitated silica from alkaline dissolution of olivine. *RSC Advances*, *21 September 2018*, 32651–32658. <https://doi.org/10.1039/c8ra06257a>

Uheed, M. T., Saleem, M., Usmani, S., Malik, I. A., Al-Shammari, F. A., & Deen, K. M. (2019). Corrosion inhibition of mild steel in 1 M HCl by sweet melon peel extract. *Journal of King Saud University - Science*, *31*(4), 1344–1351. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2019.01.013>

Wanekar, S., Kaur, N., Lee, S., & Kim, D. Y. (2018). Rapid sonochemical synthesis of spherical silica nanoparticles derived from brown rice husk. *Ceramics International*, *44*(7), 8720–8724. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.02.090>

Wheiner, D., Wassersleben, S., Weiß, M., Denecke, R., Stark, A., & Enke, D. (2020). A Generalized Procedure for the Production of High-Grade, Porous Biogenic Silica. *Waste and Biomass Valorization*, *11*(1), 0. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0415-6>

Widiaswari, B. S., Victoria, S. N., & Manivannan, R. (2015). Azadirachta indica leaves extract as inhibitor for microbial corrosion of copper by Arthrobacter sulfureus in neutral pH conditions-A remedy to blue green water problem. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, *000*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2016.04.007>

Wang, Z., Yu, J., Zhang, X., Li, N., Liu, B., Li, Y., Wang, Y., Wang, W., Li, Y., Zhang, L., Dissanayake, S., Suib, S. L., & Sun, L. (2016). Large-Scale and Controllable Synthesis of Graphene Quantum Dots from Rice Husk Biomass: A Comprehensive Utilization Strategy. *ACS Applied Materials and Interfaces*, *8*(2), 1434–1439. <https://doi.org/10.1021/acsami.5b10660>

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

