



KARAKTERISASI MATERIAL CAMPURAN SiO₂ DAN GETAH FLAMBOYAN (*Delonix regia*) SEBAGAI MATERIAL COATING PENCEGAH KOROSI PADA BAJA

Agus Rochmat, Bima Purama Putra, Ela Nuryani, Marta Pramudita
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Banten
agus_rochmat@untirta.ac.id

Abstrak

Korosi merupakan penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Salah satu cara untuk mencegah korosi yaitu dengan cara coating. Coating (pelapisan) merupakan cara melapisi logam dengan suatu bahan, agar logam tersebut terhindar dari korosi. Saat ini banyak penelitian dilakukan menggunakan paduan silika dengan polimer alam, salah satunya penggunaan getah flamboyan. Flamboyan ini memiliki sifat fleksibel dan stabil. Sementara itu material silika terus dikembangkan sebagai material coating karena bersifat ramah lingkungan serta bernilai ekonomis. Pembuatan material coating tersebut dengan cara memadukan silika yang berasal dari waterglass dan getah flamboyan kemudian dilakukan pencelupan baja dengan metode dip coating. Komposisi silika dengan getah flamboyan yang digunakan yaitu 60 :40, dengan konsentrasi waterglass yaitu 30%. Hasil yang diperoleh melalui penelitian ini, bahwa pengaruh asam, basa, dan garam menyebabkan laju korosi meningkat. Semakin kecil pH larutan Laju korosi terbesar terjadi pada larutan asam sulfat dengan nilai 0.00348 g/cm².jam. Sementara pada uji lingkungan diperoleh laju korosi 1,6E-05 gr/cm² jam atau 0.179 mm/tahun dimana dalam standar ketahanan korosi material coating ini termasuk dalam range good.

Kata kunci : Korosi, Coating, Silika, pH

1. Pendahuluan

Permasalahan umum yang di hadapi industri maju saat ini adalah korosi logam. Korosi bisa terjadi dimana saja, dapat menimbulkan kerusakan yang mengakibatkan kerugian baik secara ekonomi ataupun keamanan. Kerugian korosi mengakibatkan biaya pemeliharaan meningkat, kapasitas produksi menurun, produksi berhenti total (*shutdown*), menimbulkan kontaminasi pada produk, pencemaran lingkungan, gangguan kesehatan dan keselamatan kerja, serta

kerugian non wujud lainnya. Pada umumnya, korosi yang paling sering terjadi disebabkan oleh udara dan air (Fontana, 1987).

Untuk meminimalkan akibat degradasi material, salah satu metode proteksi yang sering digunakan pada industri adalah penggunaan *coating* (pelapisan), terutama pada bagian permukaan dari sistem perpipaan dan peralatan baik yang kontak dengan udara bebas dan permukaan tanah akibat adanya zat asam udara dan tanah. *Coating* merupakan salah satu cara untuk memperlambat laju korosi. *Coating* ini berfungsi melindungi material logam dari reaksi elektrokimia dengan lingkungannya terutama untuk daerah lembab yang banyak mengandung uap air seperti di Indonesia.

Silika yang terdapat di Indonesia berpotensi menjadi material *coating* sebab memiliki daya adhesi yang baik, properti pelindung yang baik sehingga memungkinkan untuk menahan difusi uap air, ion-ion maupun oksigen ke permukaan logam sehingga dapat melindungi logam dari korosi. Pemanfaatan silika sebagai bahan pelapis telah dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan Ambarwati dan Vicky Samsiadi dengan judul .Pelapisan Hidrofobik Kaca dengan Metode Sol-Gel berbasis *waterglass*. menyimpulkan bahwa dengan teknik *dip coating* tingkat keberhasilan hidrofobik pada kaca mencapai lebih dari 90° bahkan mencapai 142,5° mendekati superhidrofobik. Namun dibalik semua kelebihanannya silika memiliki kekurangan, yakni rapuh dan tidak stabil.

Polimer alam merupakan material alam yang banyak digunakan sebagai material *coating*. Getah merupakan polimer alam yang memiliki sifat fleksibel dan stabil. Pemanfaatan getah sebagai material *coating* telah dibuktikan dengan adanya penelitian oleh Edriana, dkk., yakni pemanfaatan getah pohon damar sebagai pelapis vernis pada kayu, dimana getah dammar dapat melindungi kayu dari adanya pelapukan (korosi).

Penelitian lainnya telah dilakukan oleh Umar Syarifudin dan Wahyu Dianing Tiyas, yang memadukan silika dengan polimer alam getah flamboyan sebagai material *coating*. *Coating* ini merupakan perpaduan antara getah flamboyant yang fleksibel dan stabil dengan sifat silika yang memiliki daya adhesi kuat dalam menahan difusi air, ion-ion, maupun oksigen ke permukaan

logam, serta memiliki ketahanan terhadap suhu dan zat-zat kimia yang cukup stabil sehingga dapat melindungi logam dari korosi.

Sementara itu penelitian lanjutan telah dilakukan Fia Fathiyasa dan Arie Buchari dalam mencari paduan optimum penambahan silika pada pembuatan material *coating* silika dan getah flamboyant. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh kondisi optimum pada konsentrasi silika 30% dengan campuran getah flamboyant : silika = 40:60.

Dari kedua penelitian tersebut perlu dilakukan analisa lebih lanjut untuk karakterisasi *coating* getah flamboyant dan silika. Sehingga di akhir penelitian ini diharapkan ditemukan karakterisasi dari *coating* tersebut dalam melindungi baja dari pengaruh lingkungan.

2. Metodologi

Alat yang digunakan adalah batang pengaduk, gelas ukur, gelas kimia, *heater*, *oven*, termometer, kaca arloji, spatula, *blender*, tali penggantung, dan ampelas grid # 60, 120, 360, 1000. Bahan-bahan yang digunakan adalah *water glass* 58%, getah pohon flamboyan, alkohol 96%, aquades, H₂SO₄ 1 M, NaOH 1 M, dan NaCl 1 M.

2.1 Pembuatan Larutan Getah

Getah pohon flamboyan ditimbang sebanyak 60 gram dan dilarutkan menggunakan *blender* dengan aquades sampai viskositas mencapai ± 108 centi Poise.

2.2 Pengenceran *Waterglass* 30%

Pengenceran dilakukan dengan memanaskan aquades dalam gelas kimia dan dijaga pada temperature 60°C. Kemudian *waterglass* konsentrasi 58% dimasukkan ke dalam gelas kimia disertai dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu aquades yang telah dipanaskan dicampurkan ke dalamnya hingga membentuk larutan *waterglass* yang homogen dengan konsentrasi tertentu. Larutan tersebut didinginkan hingga mencapai suhu ruangan.

2.3 Pembuatan Material *Coating*

Menyiapkan larutan *waterglass* dan larutan getah. Masukkan *waterglass* ke

dalam gelas kimia. Lalu mencampurkan larutan getah dengan komposisi atau perbandingan volume yang telah ditentukan dan mengaduk hingga homogen.

2.4 Persiapan logam

Pada tahap ini logam dibersihkan sebelum dilapisi. Sebelumnya, logam dipotong dengan ketebalan 6 mm dengan dimensi 2 x 3 cm dengan gergaji mesin. Kemudian membuat lubang di ujung sampel diujung sampel dengan mesin bor logam yang berfungsi untuk menggantung sampel dengan tali pada saat proses *dip coating*.

Melakukan pengamplasan, kemudian dicuci dengan alkohol 96% selama 15 menit. Sebelum digunakan logam dikeringkan terlebih dahulu dan dilakukan penimbangan awal.

2.5 Pelapisan logam

Menyiapkan material *coating* pada gelas kimia kemudian menyelupkan logam ke dalamnya. Mengangkat spesimen yang telah dilapisi dan melakukan peluruhan produk korosi dari spesimen. Lalu melakukan pengeringan dan penimbangan berat akhir dari spesimen. Kemudian melakukan uji fisik (uji kondisi lingkungan, uji *thermal*) dan uji SEM/EDX.

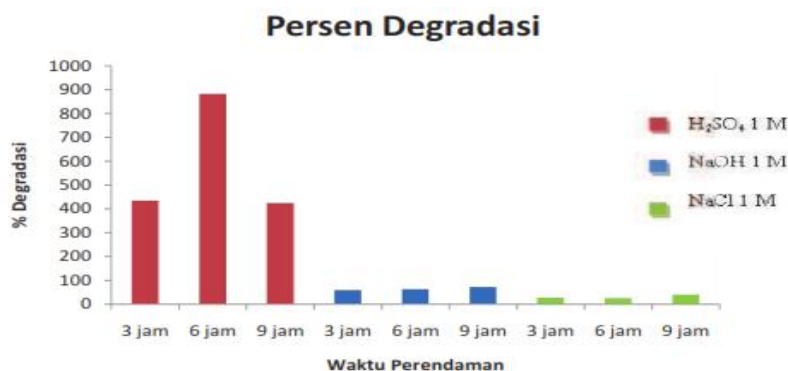
3. Hasil dan Pembahasan

Tingkat keasaman atau pH lingkungan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya korosi (Prasetya, 2011). Penggunaan *coating* merupakan salah satu upaya untuk mencegah kontak antara material baja dengan lingkungan sehingga bisa memperlambat korosi. Penggunaan silika dengan daya adhesif untuk melindungi dicampurkan polimer alam getah flamboyan dengan sifat fleksibel dan melekat mampu memperlambat terjadinya korosi.

Pada variasi larutan uji terlihat persen degradasi terbesar yaitu pada larutan asam sulfat. Massa yang terdegradasi bukan saja massa *coating* tetapi sudah mengoksidasi baja sehingga ada massa baja yang hilang, yaitu 882,58%.

Asam sulfat merupakan asam kuat yang pada penelitian ini memiliki pH 1,01. Nilai pH yang rendah meningkatkan laju korosi karena adanya reaksi reduksi tambahan yang berlangsung pada katoda. Adanya reaksi reduksi tambahan pada katoda menyebabkan atom logam yang teroksidasi lebih banyak sehingga

meningkatkan laju korosi. Persen degradasi ini berbanding lurus dengan laju korosi pada gambar 2, dimana asam sulfat menyebabkan laju korosi terbesar 0.00349g/cm².jam.

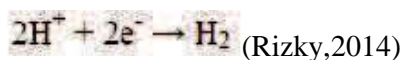


Gambar 1. Grafik persen degradasi pada tiap variasi



Gambar 2. Laju Korosi pada Uji Asam, Basa, dan Garam

Pada kondisi asam, ion H⁺ memicu terjadinya reaksi reduksi lainnya yang juga berlangsung, yakni evolusi atau pembentukan hidrogen menurut persamaan reaksi:



Adanya dua reaksi di katoda pada kondisi asam menyebabkan lebih banyaknya baja yang teroksidasi. Hal ini menjelaskan mengapa laju korosi dan persen degradasi pada kondisi asam lebih besar dari pada kondisi basa dan garam.

Pada kondisi basa, persen degradasi lebih kecil, hal ini karena dalam larutan basa, material akan sulit terkorosi karena tidak adanya reaksi reduksi tambahan yang berlangsung pada katoda. Pada larutan basa hanya material

coating yang terdegradasi karena larut dalam NaOH, sementara sampel baja tetap bersih tidak teroksidasi sehingga laju korosi rendah dan material baja terlindungi. Sampel yang telah diuji dengan NaOH ditunjukkan pada gambar 13 sampel 4,5, dan 6.



Gambar 3. Degradasi *coating* dalam larutan asam sulfat

Sementara pada larutan garam, baja mengalami kontak langsung dengan larutan elektrolit yang memicu terjadinya reaksi elektrokimia. Ion klorida yang terkandung dalam larutan garam memiliki tingkat korosifitas seperti halnya ion sulfat. Ion-ion yang terdapat pada garam berperan sebagai transportasi elektron sehingga konsentrasi garam yang semakin pekat akan meningkatkan laju korosi.

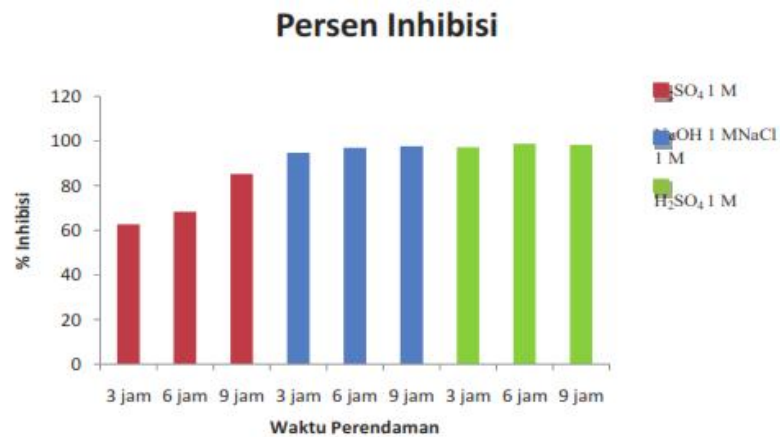
Sementara itu, kondisi pH sample pada larutan garam bersifat netral, sehingga sedikit *coating* yang terdegradasi tetapi sudah ada bagian baja yang mengalami korosi pada bagian yang tidak terlindungi *coating*. Dari gambar 1 dan 2 terlihat bahwa persen degradasi dan laju korosi pada larutan garam memiliki nilai yang paling kecil. Dalam kondisi netral, ion Fe^{2+} dan OH^- membentuk endapan $\text{Fe}(\text{OH})_2$ seperti terlihat pada gambar 4. Hal ini menjelaskan mengapa dalam larutan garam terbentuk banyak endapan pada permukaan baja.

Inhibisi adalah kemampuan untuk menahan terjadinya suatu reaksi. Dalam hal ini inhibisi menghambat terjadinya reaksi korosi yang diakibatkan pada larutan uji. Pada gambar 5, menunjukkan persen inhibisi pada larutan asam sulfat lebih sedikit dari NaOH dan NaCl, hal ini menjelaskan mengapa pada larutan

asam memiliki laju korosi sangat besar sementara pada larutan basa dan garam laju korosi tidak begitu besar.



Gambar 4. Endapan dalam sampel baja setelah direndam dalam larutan NaCl



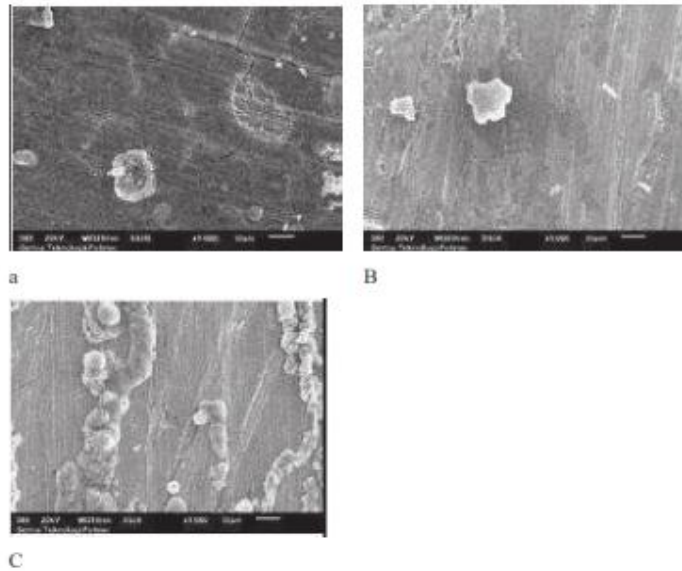
Gambar 5. Persen Inhibisi Korosi terhadap waktu peredaman

3.1 Data Hasil Analisa SEM-EDX (*Scanning Elektron Microscope with Energy Dispersive x-ray*)

Dari hasil uji asam, basa, dan garam yang didapat, dilakukan analisa SEM-EDX pada sampel 1, sampel 4, dan sampel 7. Dimana sampel 7 memiliki laju korosi paling kecil dan sampel 1 memiliki laju korosi paling besar.

Dari perbesaran 1000x pada gambar 12 pada bagian a yang merupakan hasil uji asam sulfat terlihat celah pada permukaan baja karena teroksidasi. Pada

bagian b yang merupakan hasil uji basa terlihat sisa-sisa *coating* yang menempel dan permukaannya tidak terdapat korosi. Sementara pada bagian C terdapat banyak endapan akibat reaksi Fe dengan larutan elektrolit garam.



Gambar 6. Kondisi baja hasil analisa SEM-EDX a) H_2SO_4 b) NaOH c) NaCl

Tabel 1. Hasil analisa kandungan unsur dengan EDX padasampel mild steel

No	Sampel	Kandungan (%)			
		C	O	Si	Fe
1	1	6,89	29,34	3,08	60,68
2	4	3,45	24,37	0,50	71,69
3	7	4,07	19,19	0,41	76,33

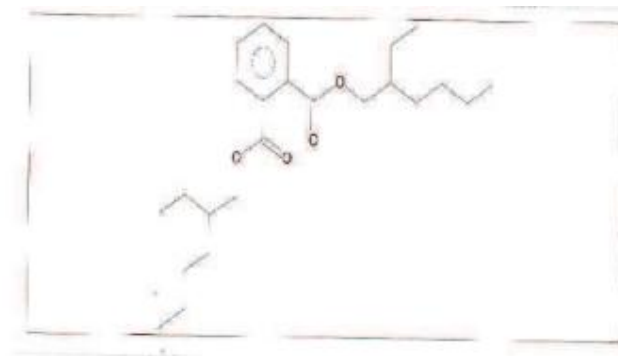
Dari hasil analisa SEM-EDX diperoleh kandungan pada permukaan baja. Unsur C dari ketiga sampel yang terbesar yaitu pada sampel 1, unsur C ini berasal dari baja dan juga getah flamboyan.

Pada bagian unsur O, terlihat pada sampel 1 memiliki persen O paling besar dibandingkan sampel 4 dan 7. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi oksidasi terbesar terjadi pada sampel 1 (larutan asam) disusul oleh larutan basa dan garam.

Sementara itu unsur Fe pada sampel 1 adalah yang paling sedikit yaitu 60,68% dibandingkan dengan sampel 4 71,68% dan sampel 7 76,33%. Hal ini menunjukkan bahwa Fe pada sampel 1 banyak yang teroksidasi oleh unsur O, sehingga memiliki laju korosi paling tinggi.

3.2 Data Hasil Analisa GC-MS Getah Flamboyan

Dari hasil analisa GC-MS getah flamboyan diperoleh senyawa dominan yaitu *1,2-Benzenedicarboxylic Acid* sebesar 86,78 % dengan tingkat kemiripan 91 %. Di bawah ini merupakan hasil data pengujian GC-MS getah flamboyan.



Gambar 17. Struktur *1,2-Benzenedicarboxylic Acid*

Dari gambar 15 dan gambar 16 terlihat bahwa gambar 15 memiliki kemiripan puncak yang hampir sama dengan puncak yang berada di gambar 16. Gambar 17 merupakan bentuk struktur dari *1,2-Benzenedicarboxylic acid*. Senyawa *1,2-Benzenedicarboxylic acid* berfungsi sebagai inhibitor korosi. Menurut penelitian T Brindha, 2015 inhibitor baja *mild steel* dengan *gum aucaria columnaris* dapat menghambat korosi karena *gum aucaria columnaris* mengandung senyawa polisakarida yang terdiri dari asam *1,2-benzenedicarboxylic*

acid, bis(2-ethylhexyl) ester, diisooctyl-phthalate, asam ftalat, isobutil dan ester 1,4 isopropil yang berperan sebagai proteksi terhadap korosi baja.

4. KESIMPULAN

Degradasi *coating* dan laju korosi dipengaruhi oleh pH lingkungan. Material *coating* mengalami degradasi yang paling besar pada kondisi asam. Pada kondisi basa material *coating* mengalami degradasi cukup besar tetapi baja tidak teroksidasi. Pada uji dengan larutan garam, *coating* mengalami persen degradasi paling kecil. Hasil uji GC- MS diperoleh kandungan getah flamboyan sebagian besar yaitu 1,2-Benzene dicarboxylic acid.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Yudha Kurniawan, dkk. 2015. Analisa Laju Korosi pada Pelat baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating. Surabaya : Institut Sepuluh November (ITS).
- Ambarwati dan Vicky Samsadi. Pelapisan hidrofobik kaca dengan metode Sol-Gel Berbasis Waterglass. Surabaya : Institut Sepuluh November (ITS).
- Dahlan, Dahyunir dan S. Pravita, Anggi. 2013. Analisis Sifat Hidrofobik dan Sifat Optik Lapisan Tipis TiO₂. Padang : FMIPA Universitas Andalas.
- Dewi, Ika Marcelina Sari, dkk. Studi Perbandingan Laju Korosi dengan Varian cacat Coating pada Pipa ALI 5L Grade X65 dengan Media korosi NaCl. Surabaya : Institut Sepuluh November (ITS).
- Fontana, Mars Guy.1986. Corrosion Engineering. Singapore : Mc-Graw-Hill Book Co.
- Ichwani, M. Rizky. 2014. Pengaruh Kekasaran Permukaan Terhadap Laju Korosi Baja 5L dalam Larutan Asam,Basa, dan Garam. Malang :Universitas Brawijaya.
- Prasetya, Hendra, dkk. 2011. Optimasi Proses sand blasting Terhadap Laju Korosi Baja Aisi 430. Universitas Brawijaya.
- Syarifudin, Umar dan Tiyas, Wahyu Dianing. 2014. Pembuatan SiO₂-Getah Flamboyan (Delonix Regia) sebagai MaterialCoating Pencegah Korosi. Cilegon : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Trethewey, K. R. dan Chamberlain, J. 1991. Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan. Jakarta : PT. Gramedia.