

Studi Laju Korosi Plat Baja Hitam Dengan Penambahan Inhibitor Dari Astaxanthin Di Lingkungan Air Laut

M. B. Waluyo¹, A. H. Laksana², Ansar³

¹Teknik Mesin, Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Indonesia

²Teknik mesin, Universitas Pawayatan Daha, Kediri, Indonesia

³Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Indonesia

Email: marhadibw@borneo.ac.id, ah.laksana@gmail.com

ABSTRACT

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi inhibitor dari astaxanthin terhadap laju korosi plat baja hitam. Adapun metode yang di gunakan yaitu wight loss dimana untuk mengetahui kehilangan berat yang terjadi pada plat baja hitam. Medium korosi yang digunakan adalah air laut yang telah di saring untuk menghilangkan mikro organisme. Waktu perendaman yang dilakukan di variasikan yaitu 5 hari hingga 30 hari masa perendaman untuk melihat kemampuan inhibitor menghambat laju korosi. Setelah dilakukan perendaman dalam larutan korosif maka dilakukan pengangkatan berdasarkan waktu yang telah dilakukian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisien inhibisi korosi yang baik terjadi pada konsentrasi inhibitor 50 ppm, baik untuk perendaman 5 hari hingga 30 hari dengan nilai rata-rata efisiensi yaitu 48 % di bandingkan konsentrasi uinhibitor lainnya. Berdasarkan pada foto struktur makro meperlihatkan pada permukaan plat baja hitam dilapisi dengan astaxanthin pada konsentrasi inhibitor 50 ppm dengan tingkat laju korosi sangat rendah.

Keywordslaju korosi, inhibitor, astaxanthin, larutan air laut

PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan teknologi dan kemajuan ilmu pengetahuan pada bidang material tumbuh dengan sangat cepat. Reakayasa material terus dilakukan untuk memnuhi kubutuhan global. Khususnya di bidang industri, banyak inovasi yang dilakukan untuk meningkatkan hasil produksi. Pemanfaatan material baja karbon rendah banyak digunakan pada industry tepi laut. Maka perlu dilakukan inovasi untuk mengendalikan laju korosinya. Korosi menjadi salah satu penyebab kegagalan.

Korosi merupakan reaksi yang terjadi pada material dan lingkungannya. Korosi mengakibatkan usia suatu konstruksi menjadi berkurang dari waktu yang sudah direncanakan. Tidak hanya ituapabila korosi tidak diantisipasi lebih awal maka akan mengakibatkan kerugian-kerugian yang lebih besar, antara lain bisa menimbulkan kebocoran, mengakibatkan berkurangnya ketangguhan, robohnya suatu konstruksi, meledaknya suatu pipa bertekanan tinggi dan mungkin juga membuat pencemaran suatu produk (Indahsari, Elisa, 2009). Pada daerah tepi laut laju korosi akan lebih tinggi karena kondisi lingkungannya yang asam.

Korosi melemahkan struktur pada logam baja yang menyebabkan terjadi sebuah kerapuhan. Kerapuhan tersebut sangat menghambat dan mempengaruhi usia material khususnya baja karbon rendah. Pengendalian korosi ini dilakukan untuk meminimalisir terjadinya korosi pada logam dan baja. Salah satu pengendalian korosi dengan menggunakan inhibitor. Inhibitor merupakan proses rekayasa yang dilakukan pada lingkungan. Inhibitor itu sendiri merupakan penambahan sebuah bahan, baik itu organik maupun anorganik ke sebuah logam dan baja. Inhibitor ini dapat menghambat reaksi kimia sehingga dapat memperlambat laju korosi yang terjadi.

Astaxathin merupakan pigmen karotenoid yang termasuk goterpedoit (Butler, 2018). Senyawa ini bermanfaat sebagai obat-obatan seperti sebagai pelindung oksidasi oleh sinar UV, inflamasi, kanker, penuaan, penyakit yang berkaitan dengan usia, peningkatan respon imun, fungsi hati, jantung, dan kesehatan mata dan masih banyak lagi (Helly defretes, 2012). Pada penelitian ini, bahan organik akan dijadikan sebagai inhibitor untuk menghambat laju korosi. Astaxanthin memiliki kandungan antioksidan dengan keunggulan 6000 kali lebih kuat dibandingkan bahan organik yang memiliki kandungan antioksidan lainnya, pernyataan ini dikemukakan pada penelitian Yasuhiro nishida dkk. Pada tahun 2007.

Korosi yang terjadi pada logam baja karbon rendah di sebabkan oleh factor yang berbeda tergantung kondisi dimana baja tersebut diaplikasikan. Pengendalian korosi juga dipilih berdasarkan aplikasi baja tersebut. Paper ini akan membahas analisis pengendalian korosi dengan inhibitor Astaxathin pada plat baja dilingkungan air laut.

METODE

Analisi Kegagalan

Salah satu penyebab kegagalan material adalah korosi. Korosi merupakan reaksi yang terjadi pada material dan lingkungannya. Korosi mengakibatkan usia suatu konstruksi menjadi berkurang dari waktu yang sudah direncanakan. Korosi yang terjadi dapat dikendalikan namun tidak dapat dihilangkan karena korosi merupakan reaksi alami. Pada

lingkungan air asin tentu reaksi korosi akan terjadi lebih cepat. Baja karbon rendah yang diaplikasikan dilingkungan air laut akan mengalami korosi yang lebih cepat. Hal ini akan mempercepat terjadinya kegagalan.

Inhibitor

Inhibitor merupakan zat yang ditambahkan untuk menurunkan laju korosi. Inhibitor adalah penambahan bahan kimia dalam jumlah sedikit terhadap material. Penambahan inhibitor menyebabkan terjadinya reaksi kimia dengan permukaan logam. Reaksi ini bertujuan untuk menghambat laju korosi terjadi. Pada inhibitor korosi berinteraksi dengan logam, dan memperlambat proses korosi dengan menggeserkan potensi korosi di permukaan logam ke arah katodik dan anodik. Mencegah penyebaran ion ke dalam logam. Meningkatkan hambatan listrik di permukaan logam.

Analisa Data

Analisis laju korosi pada material dengan metode inhibitor dapat dilakukan dengan beberapa metode. Dimulai dari proses eksperimen kemudian dilakukan pengumpulan data untuk diolah. Pengujian juga dilakukan untuk membuktikan hasil analisa data. Uji weight loss dan uji efisiensi inhibitor dilakukan. Setelah diperoleh data pada uji weight loss data kemudian diolah dengan menghitung kehilangan berat material.

Setelah data terbaik diperoleh, dilakukan uji foto mikro pada spesimen. Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan secara visual yang kemudian dikorelasikan dengan hasil olah data. Pengujian foto mikro dilakukan menggunakan kamera mikro usb.

DISKUSI

penelitian dilakukan secara eksperimental. Sebelum penelitian dimulai perlu dilakukan persiapan alat dan bahan. Alat digunakan untuk preparasi spesimen yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini antara lain yaitu, wadah plastic sebagai tempat spesimen uji di rendam berdasarkan interval waktu yang telah ditentukan. Benang digunakan sebagai mengantung spesimen uji agar tidak menyentuh dengan spesimen uji lainnya. Untuk membuat spesimen digunakan alat potong logam. Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu mikroskop USB yang berfungsi sebagai melihat hasil perendaman pada spesimen uji.

Tahapan dalam preparasi spesimen yang dilakukan untuk persiapan penelitian ini adalah pemotongan Sampel, sampel yang telah di ukur 20 mm x 30 mm siap dipotong menggunakan gerinda yang berukuran besar agar dapat dilakukan proses pemotongan dengan cepat. Proses pengampelasan proses pengampelasan dilakukan agar tidak ada terdapat lapisan yang menghalang material yang akan diuji dan selain itu pengampelasan dilakukan bertujuan menghilangkan produk korosi yang masih menempel pada sampel dengan pengampelasan yang digunakan yaitu grade 180. Pengeboran sampel yang sudah dipotong berdasarkan ukuran yang telah ditentukan maka selanjutnya sampel akan dibor, dengan tujuan agar dapat dikaitkan atau diikat menggunakan benang dan mempermudah sampel pada saat proses pencelupan berlangsung.

Proses *Picling* Pada proses ini sampel dicelupkan ke larutan *hidrogenclorida* (HCl) dalam waktu satu menit lalu dicuci dengan menggunakan air hingga benar-benar bersih dan dikeringkan. Di mana bertujuan produk korosi yang ada di spesimen hilang dan pada saat penimbangan berat awal merupakan berat murni dari sampel tersebut. Penimbangan Berat Awal Sampel mengetahui berat awal dari sampel perlu dilakukan, dikarenakan perhitungan laju reaksi yang terjadi nantinya menggunakan metode kehilangan berat atau uji *weight loss*, berat awal akan menjadi acuan ketika sampel telah mengalami korosi. Persiapan inhibitor persiapan inhibitor dilakukan untuk mengetahui kapasitas inhibitor yang akan digunakan berdasarkan yang telah ditentukan.

Setelah preparasi bahan dilakukan preparasi larutan. Sebelum digunakan air laut disaring terlebih dahulu dengan Plantonnet. Kapasitas larutan yang digunakan adalah 1 liter. Inhibitor ditambahkan kedalam larutan air laut dengan konsentrasi part per million.

Tabel 1.1 konsentrasi inhibitor

Konsentrasi Inhibitor	Berat inhibitor (gram)
50 (ppm)	0,025 (gram)
100 (ppm)	0,05 (gram)
150 (ppm)	0,075 (gram)
200 (ppm)	0,1 (gram)

Uji weight loss

Setelah dilakukan perendaman selama 30 hari pada material plat baja hitam dengan perbedaan konsentrasi inhibitor dan tanpa inhibitor pada air laut. Dari uji weight loss, Berdasarkan hasil penelitian, maka perlu adanya perhitungan yang dilakukan seperti halnya pada pehitungan weght loss sebagai berikut, Perhitungan tanpa menggunakan inhibitor (0 ppm 5 hari perendaman)

m1	massa	3.64	gram
m2	massa	3.62	gram
w	selisih berat	0.02	gram
D	massa jenis	5.02	cm ³
A	Luas Penampang	6	cm ²
T	waktu	120	jam

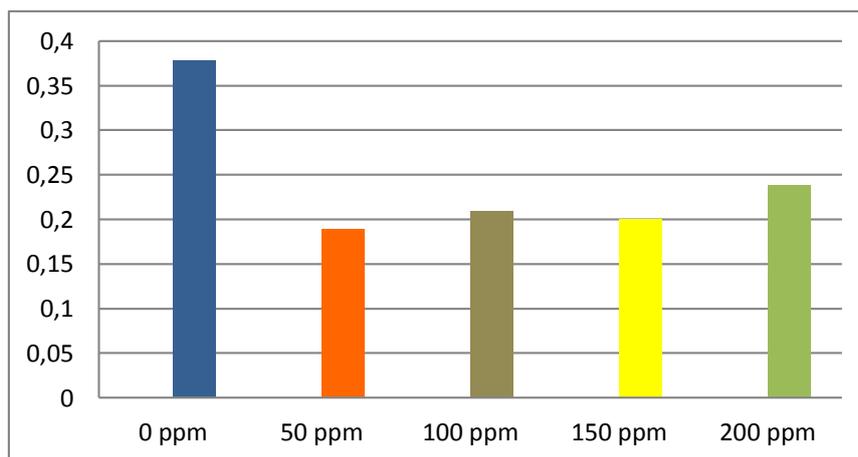
Penyelesaian:

$$r = 8,76 \times 10^4 \frac{w}{D.A.t}$$

$$r = 8,76 \times 10^4 \frac{0,02 \text{ gram}}{5,02 \text{ cm}^3 \cdot 6 \text{ cm}^2 \cdot 120 \text{ jam}}$$

$$= 0,483978 \text{ mm/year}$$

Setelah di lakukan perhitunmgan didapatkan data berupa nilai selisih massa awal dan akhir baja plat hitam dengan pengambilan data yang dilakukan setiap 5 hari sekali. Data tersebut kemudian di input dalam perhitungan laju korosi dan efesiensi inhibitor, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 1 Grafik laju korosi baja plat hitam

Gambar 1 merupakan data hasil uji weigth loss dengan variasi konsetrasi inhibitor astaxanthin (0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm). Dari gambar 1 pada perendaman 5 hari dapat di lihat bahwa pada plat baja hitam yang di rendam tanpa menggunakan inhibitor terdapat nilai kehilangan beratnya cukup besar, setelah di beri inhibitor dengan berbagai konsentrasi terlihat grafik pada hari ke 5 mengalami penurunan.

Pada gambar diatas diketahui laju korosi material plat baja hitam dengan berbagai variasi perendaman. Pada perendaman 5 hari, tanpa inhibitor yaitu 0,48 mm/year. Di 10 hari selanjutnya, laju korosi pada plat baja hitam mengalami penurunan menjadi 0,38 mm/year sedangkan pada pengambilan data di 15 hari mengalami kenaikan menjadi 0,41 mm/year, selanjutnya pada pengambilan data di hari ke 20 hingga hari ke 25 mengami penurunan. Dari gambar diatas, dapat diamati

bahwa nilai maksimum laju korosi tanpa inhibitor pada plat baja hitam tercapai di 5 hari pertamasedangkan nilai minimum terdapat pada hari ke 25 pengambilan data.

Selanjut untuk konsentrasi inhibitor pada plat baja hitam di 50 ppm paling efisien di antara konsentrasi lainnya yang dapat meminimalisir terjadinya weight loss secara berlebihan. mengenai grafik laju korosi plat baja hitam dengan penambahan inhibitor astaxanthin 50 ppm. Nilai laju korosi pada 5 hari pertama yaitu 0,23 mm/year sekaligus menjadi puncak laju korosi pada plat baja hitam di konsentrasi inhibitor 25 ppm. Laju korosi plat baja hitam mengalami penurunan mulai dari hari ke 10 hingga hari ke 20 dimana nilai nya turun hingga 0,12 mm/year pada hari ke 20 yaitu 0,18 mm/year dan kembali menurun pada hari ke 30 pengambilan data laju korosi pada plat baja hitam. Dari gambar 1 dapat di amati bahwa nilai maksimum laju korosi pada plat baja hitam tercapai di hari ke 10, sedangkan nilai minimum terdapat pada hari ke 20 pengambilan data.

Efisiensi inhibitor setelah mengetahui nilai dari weight loss maka akan dicari nilai efisiensi inhibitor sebagai berikut:

$$Cr1 : 0,483978 \text{ mm/year}$$

$$Cr2 : 0,23485 \text{ mm/year}$$

$$\% EI = \frac{Cr1 - Cr2}{Cr1} \times 100\%$$

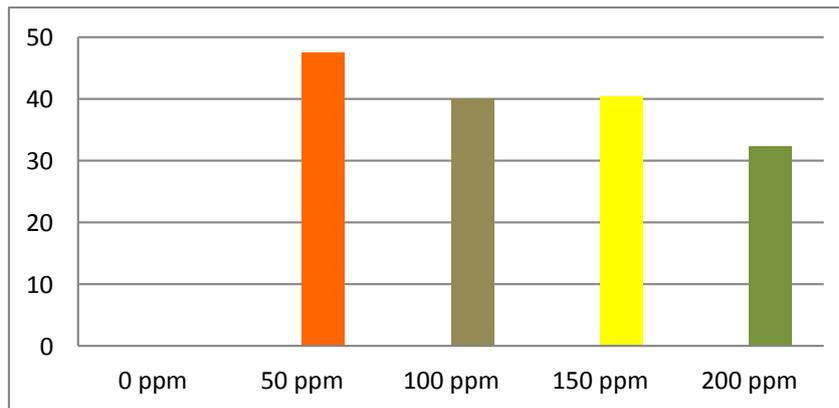
$$\% EI = \frac{0,483978 \text{ mm/year} - 0,23485 \text{ mm/year}}{0,483978 \text{ mm/year}} \times 100\%$$

$$\% EI = \frac{0,249178 \text{ mm/year}}{0,483978 \text{ mm/year}} \times 100\%$$

$$\% EI = 51,4755 \times 100\%$$

$$\% EI = 51,47\%$$

Pada perendaman yang di lakukan telah di dapatkan nilai efisiensi Kinerja inhibitor erat hubungannya dengan efisiensi inhibitor, yaitu presentase turunnya laju korosi pada plat baja hitam setelah penambahan inhibitor dibandingkan dengan plat baja hitam tanpa penambahan inhibitor seperti pada grafik di bawah ini.



Gambar 2 Grafik Efisiensi Inhibitor Astaxanthin 0 Ppm, 50 Ppm, 100 Ppm, 150 Ppm, 200 Ppm Pada Plat Baja Hitam.

Pada gambar 2 diketahui efeseinsi inhibitor astaxanthin 50 ppm pada plat baja hitam di 5 hari pertama yaitu 51,47%. Efisiensi inhibitor menunjukkan adanya penurunan hingga hari ke 10 pengambilan data yakni 33,91%. Selanjutnya nilai efeseinsi meningkat kembali di hari ke 15 yaitu 59,06% hingga ke hari 20 yakni 66,01%. Selanjutnya efisiensi kembali turun drastis di hari ke 25 pengambilan data yaitu 4,23% dan kembali naik kemudian pada hari ke 30 pengambilan data yaitu 34,46%. Dari gambar diatas dapat diketahui penambahan inhibitor astaxanthin 100 ppm pada plat baja hitam memiliki nilai efisiensi inhibitor di hari ke 5 pengambilan data sebesar 50,82% nilai efisiensi mengalami penurunan di hari ke 10 hingga 11,57%. Selanjutnya efisiensi kembali naik di hari ke 15 pengambilan data dengan nilai 63,64% dan hari ke 20 dengan nilai efisiensi 63,12% pada hari ke 25 pengambilan data efisiensi inhibitor mengalami penurunan drastis hingga 25,41% dan hari ke 30 mengalami penurunan efisiensi 23,06% pada plat baja hitam.

Pada gambar 4.3 plat baja hitam dengan penambahan inhibitor 150 ppm menunjukkan nilai efisiensi inhibitor di hari ke 5 pengambilan data sebesar 54,06%. Nilai efisiensi mengalami penurunan di hari ke 10 pengambilan data yakni 34,66%. Kinerja inhibitor kembali naik di hari ke 15 konsentrasi ini menunjukkan nilai sebesar 57,83%. Pada hari ke 20 mengalami

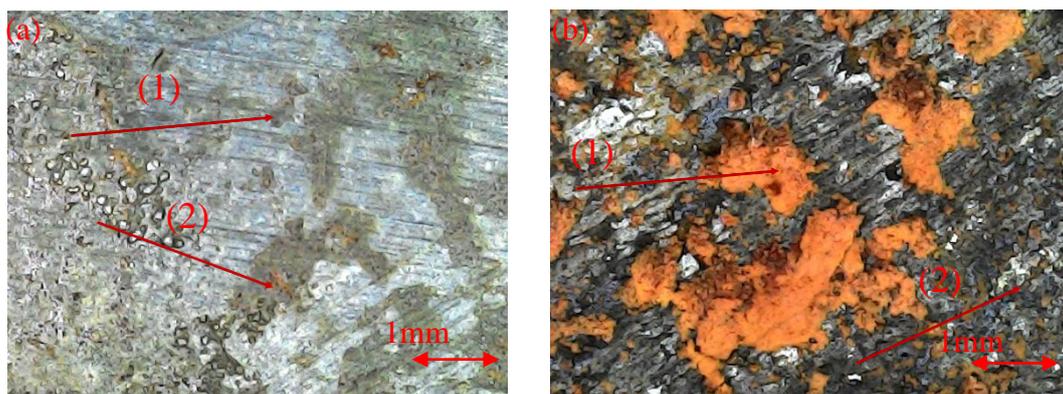
penurunan efisiensi yaitu 24,17 dan hari pengambilan data selanjutnya juga mengalami penurunan efisiensi yaitu 25,42%. Dan pada hari ke 30 pengambilan data nilai efisiensi mulai naik lagi yaitu 45,47%.

Dari gambar 4.3 diketahui inhibitor astaxanthin 200 ppm pada plat baja hitam memiliki nilai efisiensi 53,11% di hari ke 5 pengambilan data di hari ke 10 mengalami penurunan nilai efisiensi yakni 35,40% setelah hari ke 10 pengambilan data, kinerja astaxanthin 200 ppm sebagai inhibitor plat baja hitam mengalami peningkatan pada hari ke 15 yaitu 45,03%. Selanjutnya efisiensi inhibitor mulai menurun kembali di hari ke 20 pengambilan data yaitu 13,33%. Pada hari ke 25 pengambilan data mengalami peningkatan yakni 25,82%. Selanjutnya pada hari ke 30 pengambilan data mengalami peningkatan yaitu 11,87% ini merupakan nilai minimum pada konsentrasi inhibitor 200 ppm.

HASIL

Foto struktur makro

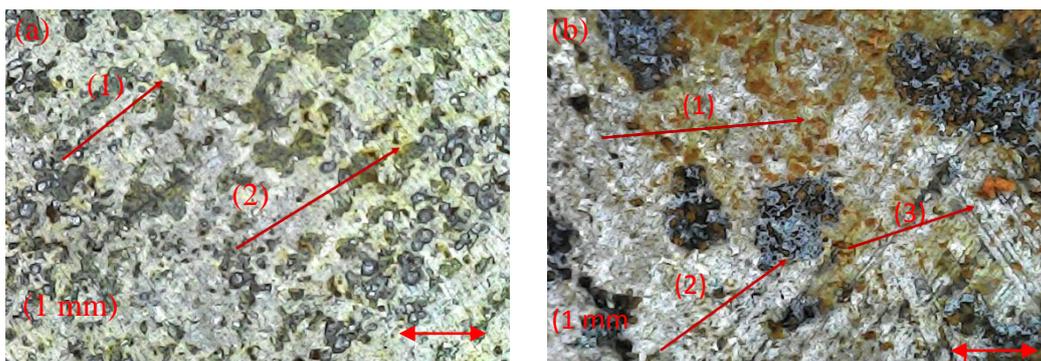
Uji struktur makro merupakan pengujian terhadap material, untuk mengetahui gambaran makro pada permukaan material dalam penelitian ini adalah plat baja hitam, baik di rendam menggunakan inhibitor dan tanpa inhibitor dengan media air laut. Hasil Uji struktur Makro Tanpa Inhibitor Berikut ini merupakan perbandingan hasil foto struktur makro plat baja hitam di larutan air laut tanpa penambahan inhibitor astaxanthin.



Gambar 3 foto struktur makro plat baja hitam tanpa inhibitor (a) 5 hari perendaman (b) 30 hari perendaman

Foto struktur makro pada material plat baja hitam dengan pembesaran 10 kali dengan menggunakan mikroskop USB,. Pada gambar 4.5 (a) arah panah (1) hari ke 5 perendaman mulai terdapat scale atau bercak yang berwarna abu-abu gelap di permukaan plat baja hitam, hal ini disebabkan proses pelepasan struktur karbon disebabkan lingkungan pada material plat baja hitam, pada penelitian Muslih Nasution, 2018 mengemukakan mengenai baja karbon yaitu disebabkan karena plat baja hitam termasuk baja karbon rendah yang rentan dan cepat terkena korosi terlebih lagi tidak ada inhibitor yang melindungi pada spesimen tersebut di permukaannya. Pada gambar 4.5 (a) pada arah panah (2) terlihat korosi bermunculan di beberapa titik pada permukaan yang tidak rata akibat pengamplasan yang kurang baik

Pada gambar 4.5 (a) arah panah (b) menunjukkan pada permukaan mengalami degradasi yang berlebihan pada plat baja hitam sehingga, terjadinya korosi pitting dimana terbentuknya rongga dan lubang pada spesimen uji. Kegagalan material akibat korosi pitting terjadi melalui suatu penetrasi dengan persentase kehilangan berat (weight loss) yang sangat besar Nurhazna (2019). Hasil Uji struktur Makro Menggunakan Inhibitor 50 ppm Dari hasil presentase grafik inhibitor 50 ppm merupakan inhibitor paling baik di bandingkan inhibitor lainnya ada pun foto struktur makro dari larutan perendaman dengan konsentrasi 50 ppm sebagai berikut.



Gambar 4 foto struktur makro menggunakan 50 ppm (a) 5 hari, (b) 30 hari

Pada gambar di atas menunjukkan perbandingan hasil foto struktur makro antara inhibitor 50 ppm dengan 200 ppm, pada gambar 4.6 (a) terlihat pada arah panah (1) terlihat bercak berwarna abu-abu gelap, hal ini serupa terjadi pada gambar 4.5 (a) tanpa menggunakan inhibitor. hal ini disebabkan, di hari ke 5 perendaman inhibitor belum dapat bekerja dengan baik seperti yang di tampilkan gambar grafik 4.3. pada gambar 4.6 (a) arah panah (2) terlihat pada permukaan plat baja hitam terdapat struktur berwarna kekuningan, hal ini merupakan inhibitor dengan jumlah sedikit yang belum dapat berkerja dengan baik di hari ke 5 perendaman

Pada gambar 4.6 (b) terlihat pada arah panah (1) menunjukkan adanya inhibitor pada permukaan plat baja hitam yang membuat struktur lapisan pelindung terhadap material tersebut. Pada gambar 4.6 terlihat arah panah (2) menunjukkan titik lain pada permukaan terlihat struktur hitam di beberapa titik, hal ini disebabkan faktor inhibitor yang sudah lama melapisi permukaan plat baja hitam sehingga, bertransformasi menjadi warna hitam.

KESIMPULAN

nilai laju korosi rata-rata yang paling rendah terdapat pada lauratan konsentrasi 50 ppm dengan nilai rata rata 0,18 mm/year, sedangkan nilai laju korosi tertinggi terdapat pada media perendaman tanpa menggunakan inhibitor yaitu 0,37 mm/year.

Nilai rata-rata dari efesensi inhibitor astaxanthin yang paling baik yaitu konsentrasi inhibitor 50 ppm dengan nilai rata-rata 48 % efesien, untuk inhibitor yang nilai efesien yang paling rendah yaitu 200 ppm dengan nilai rata-rata 32% hal ini menjadi pembanding dengan berbagai macam variasi inhibitor astaxanthin.

Pada foto struktur makro memperlihatkan terjadinya perubahan morfologi pada permukaan plat baja hitam, seperti pada foto struktur makro tanpa menggunakan inhibitor di 30 hari waktu perendaman terlihat pada plat baja hitam mengalami kondisi buruk di karenakan terjadinya degradasi yang sangat besar. demikian foto struktur makro dengan menggunakan inhibitor di hari ke 30 perendaman terlihat lapisan pelindung pada permukaan plat baja hitam, hal ini merupakan terjadinya aktifitas morfologi pada inhibitor asataxanthin.

ACKNOWLEDGMENT

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada universitas borneo tarakan yang telah mendukung dalam penelitian ini. Selian itu juga sebagai institusi yang mendanai penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. R. Guy (1960). *Elementals Of Physical Metallurgy*. 2nd Ed, Addison-Publishing Company, Inc Reding, MA.
- [2] Bunga Prameswari (2008). *Studi Efektifitas Lapisan Galvanis Terhadap Ketahanan Korosi Pipa Baja ASTM A53 Di Dalam Tahah (Underground Pipe)*. Metalurgi & Material Jakarta: Universitas Indonesia.
- [3] Butler, T.O., Gordon, J.M., Raymond C., Michele, S.S., & John, G.D. (2018). Media Screening for Obtaining Haematococcus pluvialis Red Motile Macrozooids Rich in Astaxanthin and Fatty Acids. *Marine Drugs*.
- [4] Callister, William D. (2007). *Material Science and Engineering An Introduction*. Benjamin D. Craig, Ricard A. Lane, David H. Rose (2006) Corrosion Prevention Control A Program Management Guide For Selecting Materials.
- [5] Galuh Sakin Nurhaznah, Arya Mahenda Sakti (2019). ANALISA LAJU KOROSI PADA PROSES BLACKNING BAJA ST 41 BENTUK PLAT DAN SILINDER DENGAN VARIASI LAMA PENCELUPAN DAN MEDIA KOROSI, si pendidikan teknik mesinproduksi, fakultas tekultas teknik, universitas negri Surabaya. *JTPM*. Volume 08 Nomer 02 Tahun2019, 150-158
- [6] Indahsari, Elisa, (2009). *Manajemen Korosi Berbasis Resiko Pada Structur Jacket, Offshore Engineering*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Yasuhiro Nishida, Eiji Yamashita. and Wataru Miki (2007). Quenching Activities of Common Hydrophilic and Lipophilic Antioxidants against Singlet Oxygen Using Chemiluminescence Detection System. Institute for Food Science. Research, Fuji Chemical Industry CO., Ltd., 55 Yokohoonji, Kamiichi, Toyama 930-0397, Japan