

# ANALISIS INHIBITOR KITOSAN PADA BAJA AISI 410 DALAM LARUTAN NaCl 3,5% UNTUK APLIKASI TURBIN GAS

Muhammad Rizki Pradana S.T\* Andrie Harmaji S.T., M.T\* Vinda Puspasari M.T\*  
Kota Deltamas Lot-A1 CBD, Jl. Ganesha Boulevard, Pasirranji, Kec. Cikarang Pusat, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530  
E-mail : rizkipradana299@gmail.com

**Abstrak**— Baja AISI 410 banyak digunakan dalam aplikasi mesin turbin, alat pertambangan dan lain – lain. Korosi lubang merupakan salah satu permasalahan dalam aplikasi turbin karena dapat membuat material mengalami kegagalan karena kelelahan. Salah satu cara mencegah korosi lubang adalah dengan menggunakan inhibitor. Kitosan merupakan salah satu inhibitor yang ramah lingkungan dan murah. Oleh karena itu, studi ini mempelajari pengaruh konsentrasi (berat) inhibitor kitosan dan temperatur pelunakan terhadap laju korosi dalam larutan NaCl 3,5 % yang ditambahkan dengan 0,5 gram maupun 1 gram kitosan. Sampel yang digunakan ada 4 yaitu sampel tanpa perlakuan panas, sampel pelunakan suhu 800oC, 850oC, 900oC. Hasil pengukuran OCP atau potensial korosi bebas menunjukkan bahwa sampel dengan suhu pelunakan 850oC dan penambahan kitosan 0,5 gram dalam larutan NaCl 3,5% memiliki potensial korosi bebas tertinggi. Hasil uji tafel menunjukkan bahwa semua sampel penambahan kitosan 0,5 gram dalam larutan NaCl 3,5% memiliki laju korosi yang lebih rendah daripada yang penambahan kitosan 1 gram dalam larutan NaCl 3,5%. Hasil uji mikrostruktur dari semua sampel menunjukkan adanya korosi lubang ataupun korosi seragam yang terbentuk.

**Kata Kunci** : Baja AISI 410, Kitosan, Laju Korosi, Temperatur Pelunakan

## I. PENDAHULUAN

Paduan baja seperti baja tahan karat memiliki banyak aplikasi dalam bidang konstruksi karena sifat mekanik yang baik [1]. Salah satu aplikasinya yaitu untuk turbin pada benjana tekan, generator uap dan lain – lain dalam industri seperti gas, perminyakan dan lainnya [2]. AISI 410 banyak digunakan dalam aplikasi turbin gas karena memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan pasif dalam lingkungan korosif [3].

Banyak studi yang menunjukkan bahwa baja AISI 410 dapat mengalami korosi lubang pada turbin. Korosi lubang merupakan salah satu korosi yang paling umum terjadi pada turbin yang dapat menyebabkan material mengalami kegagalan [4]. Korosi lubang dapat dikendalikan dengan cara pemilihan material yang paling cocok, proteksi katodik, dan pengaturan lingkungan [5].

Pada pengujian kali ini, material AISI 410 yang dengan rincian sampel yang tidak mengalami perlakuan panas (UN) dan yang mengalami perlakuan panas dengan suhu 800, 850, dan 900 derajat selsius. Sampel dilarutkan kedalam larutan NaCl 3,5% yang ditambahkan kitosan dengan berat 0,5 gram dan 1 gram.

## II. METODE PENGUJIAN

Semua spesimen dilakukan pemesinan sampai dengan memiliki dimensi 1 x 1 cm. Terdapat 8 jenis spesimen yang ditunjukkan pada tabel 1.

Nama Sampel	Perlakuan Panas	Berat Kitosan dalam Larutan NaCl 3,5% (gram)
UN_0,5	Tidak ada	0,5
800_0,5	Annealing, suhu 800 °C	0,5
850_0,5	Annealing, suhu 850 °C	0,5
900_0,5	Annealing, suhu 900 °C	0,5
UN_1	Tidak ada	1
800_1	Annealing, suhu 800 °C	1
850_1	Annealing, suhu 850 °C	1
900_1	Annealing, suhu 900 °C	1

Semua sampel ini dihubungkan dengan kawat tembaga dan dipasang dengan resin epoksi untuk melindungi area yang tidak terekspos. Sampel kemudian diampas dari 50 sampai 1000 CW. Sampel kemudian direndam dalam larutan NaCl 3,5%.

### A. Pengujian Open Circuit Potential

Eksperimen ini dilakukan dengan menggunakan 3 elektroda yaitu spesimen sebagai elektroda kerja, platina sebagai elektroda counter, dan sebuah saturated calomel electrode (SCE) sebagai elektroda referensi. Seluruh elektroda dicelupkan ke dalam 400 ml larutan NaCl 3,5% yang ditambahkan 0,5 gram kitosan maupun 1 gram kitosan. Pengujian OCP ini diukur dengan menggunakan Gamry Instruments seri G750. Pengujian OCP ini dilakukan selama 3000 detik atau 50 menit yang kemudian dilanjutkan dengan pengukuran potensiosiklik.

### B. Pengujian Potensiosiklik

Pengukuran ketahanan korosi lubang dilakukan dengan uji potensiosiklik. Pengujian ini dilakukan setelah pengujian OCP. Pengujian ini dilakukan pada nilai potensial antara -1000 mV dan +1000 mV dimana batas densitas arus sebesar 25 mA/cm<sup>2</sup> diberikan kepada spesimen. Setelah mencapai batas densitas arus, polaritas terbalik dilakukan untuk mengetahui kecenderungan sampel untuk mengalami korosi lubang dalam larutan NaCl 3,5%.

### C. Pengujian Tafel

Pengujian tafel adalah suatu pengujian matematis yang dilakukan untuk memperkirakan arus korosi (*I<sub>corr</sub>*) dan potensial korosi (*E<sub>corr</sub>*) dalam sel elektrokimia untuk mengetahui laju korosi. Pada pengujian kali ini terdapat 4 buah sampel yang sudah dipreparasi yang akan diuji dimana setiap sampel akan dilarutkan ke dalam gelas kimia yang berisi larutan NaCl 3,5 % yang akan ditambah dengan kitosan dengan berat 0,5 gram dan 1 gram.

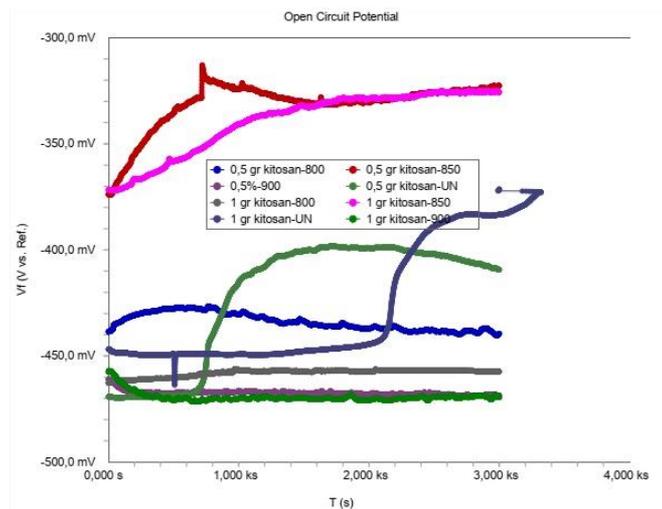
### C. Pengujian Mikrostruktur

Pengujian mikrostruktur adalah pengujian untuk melihat mikrostruktur dari sampel yang sudah mengalami korosi akibat direndam di dalam larutan. Pengujian ini dilakukan untuk melihat korosi yang terjadi pada mikrostruktur. Eksperimen ini dilakukan dengan terlebih dahulu spesimen dicelupkan ke dalam 100 ml larutan NaCl 3,5% yang ditambahkan dengan 0,5 gram maupun 1 gram kitosan selama 24 jam. Spesimen kemudian dikeringkan dengan menggunakan tisu untuk diuji mikrostruktur. Eksperimen ini menggunakan mikrostruktur Olympus untuk pengujiannya. Eksperimen ini dilakukan dengan hanya menggunakan perbesaran 100x untuk melihat bentuk atau morfologi korosi yang terjadi pada permukaan spesimen.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengaruh Suhu Pelunakan terhadap Potensial Korosi Bebas (OCP)

Open Circuit Potential (OCP) dilakukan melalui perbedaan voltase antara sampel yang dicelupkan dengan elektroda referensi yang digunakan yaitu elektroda kalomel. Pengujian OCP merupakan salah satu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui bagaimana kecenderungan suatu material untuk mengalami korosi. Semakin besar nilai potensial korosi bebas, maka akan semakin sulit material tersebut untuk mengalami korosi dan begitu pula sebaliknya. Pengujian OCP ini juga dapat disebut dengan pengujian potensial korosi bebas. Gambar 1 menunjukkan nilai potensial korosi bebas selama 50 menit atau 3000 detik pada setiap sampel dalam larutan NaCl 3,5% dengan tambahan 0,5 gram kitosan yang digabungkan dengan data hasil pengukuran potensial korosi bebas dalam larutan NaCl 3,5% yang ditambahkan 1 gram kitosan. Berdasarkan hasil pengujian OCP atau open circuit potential, didapatkan data berupa grafik sebagai berikut:



Gambar 1. Pengukuran potensial korosi bebas baja AISI 410

Tabel 2. Potensial korosi bebas setelah 50 menit

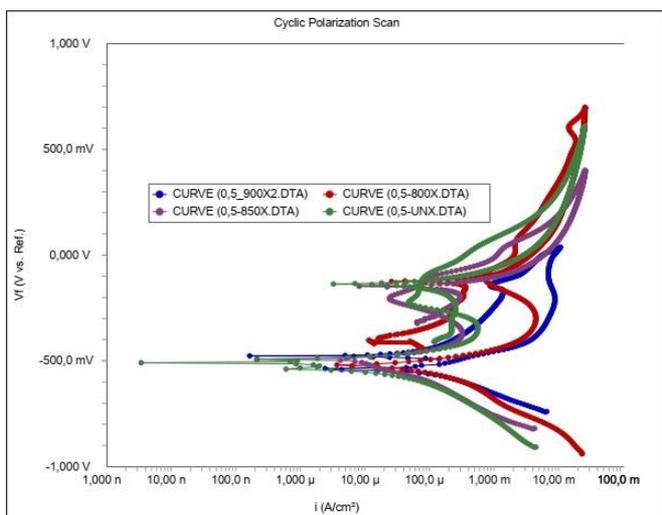
Nama Sampel	V <sub>min</sub> (mV vs SCE)	V <sub>max</sub> (mV vs SCE)	E <sub>oC</sub> (mV vs SCE)
UN_0,5	-469,401	-398,447	-398,447
800_0,5	-439,689	-425,498	-425,498
850_0,5	-373,082	-317,775	-317,775
900_0,5	-468,514	-460,088	-460,088
UN_1	-464,523	-371,396	-371,396
800_1	-461,862	-455,654	-455,654
850_1	-371,511	-325,167	-325,167
900_1	-471,618	-456,541	-456,541

Berdasarkan hasil di atas, dapat dilihat bahwa sampel yang 850\_0,5 memiliki nilai potensial maksimum atau potensial korosi tertinggi dengan nilai -317,775 mV vs SCE yang berarti bahwa sampel 850\_0,5 memiliki laju korosi yang rendah atau tahan korosi, sebaliknya sampel yang 900\_0,5 memiliki nilai potensial max atau potensial korosi terendah dengan nilai -460,088 mV vs SCE yang berarti bahwa sampel 900\_0,5 memiliki laju korosi yang tinggi atau mudah terkorosi. Hal ini menandakan bahwa sampel dengan temperature annealing tertinggi akan memiliki laju korosi yang tinggi. Begitu pula dengan yang 1 gram kitosan, sampel 850\_1 memiliki nilai potensial maksimum tertinggi yaitu -325,167 mV vs SCE, sedangkan potensial maksimum atau potensial korosi terendah dimiliki oleh sampel 900\_1 dengan nilai -456,451 mV vs SCE. Dalam semua sampel baik yang 0,5 maupun 1 gram sama – sama memiliki pola urutan potensial maksimum atau potensial korosi dari tinggi ke rendah: 850>>Untreatment>>800>>900. Hal ini cukup aneh menurut saya karena yang seharusnya memiliki potensial maksimum atau korosi tertinggi adalah yang 800 karena memiliki suhu annealing paling rendah yaitu 800oC. Menurut saya hal ini dikarenakan adanya kesalahan human errors dalam preparasi sampel seperti saat menyolder,

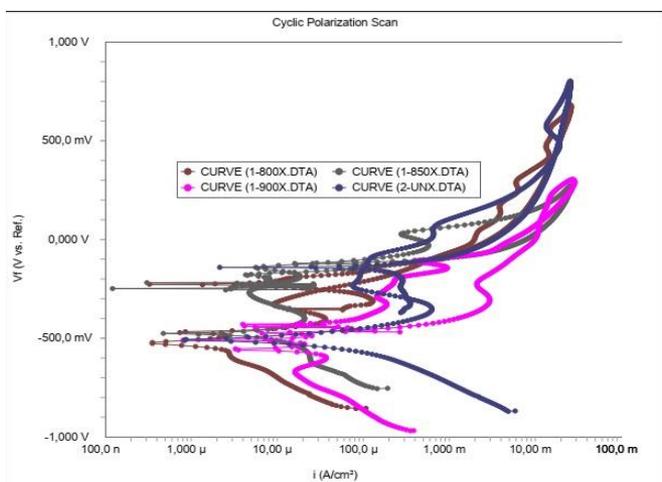
bisa saja kabel tidak tertempel dengan baik, maupun dalam grinding sampel bisa saja hasilnya kurang rapih.

### B. Analisis Ketahanan Korosi Lubang

Gambar 2-3 menunjukkan kurva potensiosiklik dari semua sampel dalam larutan NaCl baik yang ditambahkan 0,5 gram kitosan maupun yang 1 gram kitosan. Kurva potensiosiklik ini mengindikasikan adanya kurva hysteresis antara forward scan dan reverse scan yang mengindikasikan bahwa sampel AISI 410 baik yang dilakukan perlakuan panas pada temperatur 800, 850, dan 900oC memiliki kecenderungan untuk mengalami kotosi lubang pada larutan NaCl 3,5% yang ditambahkan dengan 0,5 gram kitosan maupun 1 gram kitosan. Berdasarkan hasil pengujian potensiosiklik, didapatkan data berupa grafik sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik hasil uji potensiosiklik yang 0,5 gram kitosan



Gambar 3. Grafik hasil uji potensiosiklik yang 1 gram kitosan

Jika dilihat dari kurva polarisasi ini, parameter – parameter seperti potensial pitting (Epit), potensial proteksi (Eprot),

dan potensial korosi (Ecorr) didapatkan dan ditampilkan pada tabel 3. Potensial pitting menunjukkan potensial dimana saat lapisan baja tahan karat mengalami kerusakan. Sampel dengan nilai potensial pitting lebih tinggi akan memiliki ketahanan dari korosi lubang yang lebih baik, begitu pula sebaliknya. Selain potensial pitting, potensial proteksi dan potensial korosi juga merupakan parameter yang dapat digunakan untuk menganalisis ketahanan dari korosi lubang suatu material. Jika nilai potensial proteksi (Eprot) lebih tinggi dari potensial pitting (Epit), maka tidak akan ada kecenderungan untuk mengalami korosi lubang. Semua spesimen pada pengujian ini memiliki nilai Epit yang lebih tinggi daripada Eprot yang menandakan bahwa semua spesimen pada pengujian ini rawan mengalami korosi lubang pada larutan NaCl 3,5% yang ditambahkan dengan 0,5 gram maupun 1 gram kitosan. Akan tetapi, nilai potensial korosi pada semua sampel tidak berada di antara nilai potensial pitting dan potensial proteksi. Hal ini menandakan adanya fenomena repasivasi dan korosi lubang akan berhenti pada saat mencapai nilai potensial proteksi.

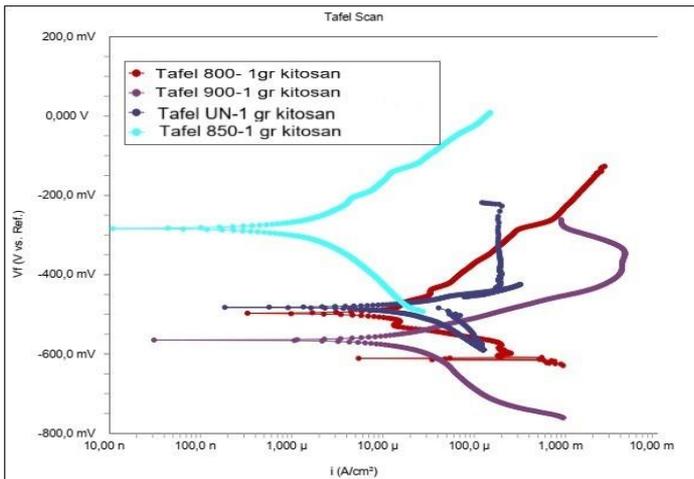
Tabel 3. Parameter dari potensiosiklik

Nama Sampel	Epit (mV vs SCE)	Eprot (mV vs SCE)	Ecorr (mV vs SCE)
UN_0,5	522,32	-149,22	-488,81
800_0,5	594,65	-104,67	-511,52
850_0,5	-6,68	-144,76	-483,97
900_0,5	-144,76	-478,84	-537,77
UN_1	564,96	-146,39	-527,84
800_1	535,25	-107,33	-478,84
850_1	21,62	-121,71	-492,20
900_1	-117,23	-437,97	-505,57

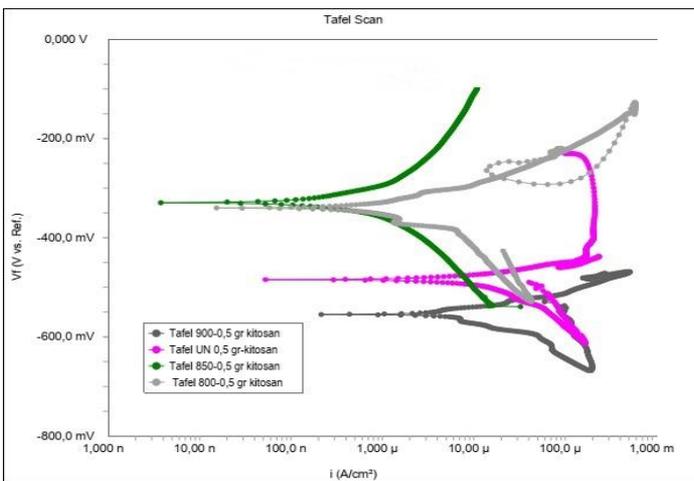
Menurut tabel 3, sampel dengan suhu annealing paling rendah yaitu 800oC memiliki nilai potensial pitting (Epit) paling tinggi dibandingkan dengan suhu lainnya yang menandakan bahwa sampel dengan suhu annealing paling rendah memiliki ketahanan korosi yang lebih baik daripada sampel dengan suhu annealing lainnya dalam larutan NaCl 3,5% yang ditambahkan dengan 0,5 gram kitosan maupun 1 gram kitosan.

### C. Analisis Tafel

Gambar 4-5 menunjukkan kurva tafel dari semua sampel dalam larutan NaCl baik yang ditambahkan 0,5 gram kitosan maupun yang 1 gram kitosan. Berdasarkan hasil pengujian tafel, didapatkan data berupa grafik sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik hasil uji tafel yang 0,5 gram Kitosan



Gambar 5. Grafik hasil uji tafel yang 1 gram Kitosan

Dari Kedua grafik diatas, akan dibuat tabel yang sudah diolah dengan menggunakan excel dimana hasil grafik tafel sebenarnya dapat diolah dengan menggunakan persamaan polarisasi potensiodinamik. Namun karena pengujian ini sudah terhubung langsung dengan komputer, maka berikut ini adalah hasil pengukuran laju korosi dalam satuan mpy secara otomatis, tidak manual.

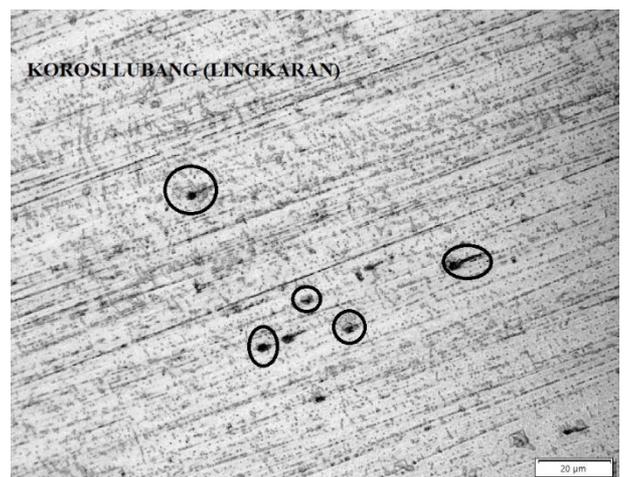
Tabel 5. Hasil Uji Tafel

Nama Sampel	Potensial Korosi (mV)	Densitas Arus ( $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ )	Laju Korosi (mpy)
UN_0,5	-484,4	11,9200	5,425000
800_0,5	-339,8	1,4310	0,006510
850_0,5	-329,2	0,0082	0,003733
900_0,5	-554,8	8,7700	3,992000
UN_1	-482,5	15,1100	6,879000
800_1	-498,4	4,4650	2,032000
850_1	-482,9	7,4040	3,370000
900_1	-564,8	19,4600	8,858000

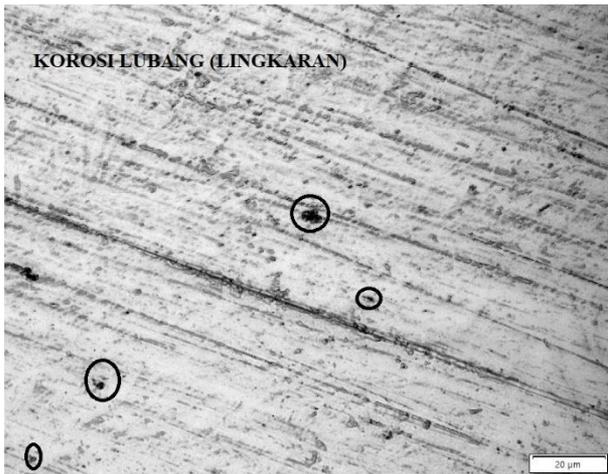
Berdasarkan gambar 4-5 dan tabel 5, data dilihat pada bagian yang 0,5 gram kitosan, sampel yang 850\_0,5 memiliki nilai laju korosi terendah dengan nilai 0,003733 mpy, yang berarti sampel ini memiliki ketahanan korosi yang tinggi, sedangkan sampel UN\_0,5 memiliki nilai laju korosi yang tinggi dengan nilai 5,425 mpy, sehingga sampel ini memiliki ketahanan korosi yang rendah. Pada yang bagian 0,5 gram kitosan, yang seharusnya memiliki laju korosi terendah adalah yang 800\_0,5, akan tetapi sampel 850\_0,5 lah yang memiliki laju korosi terendah. Hal ini tidak wajar karena seharusnya sampel yang memiliki temperatur annealing terendah akan memiliki laju korosi yang rendah juga. Menurut analisis saya, hal ini terjadi karena human errors, entah pada bagian preparasi sampel seperti grinding yang urang rapih atau kabel yang kurang rapat dapat menjadi penyebab mengapa sampel yang 800\_0,5 tidak memiliki laju korosi yang rendah. Pada bagian yang 1 gram kitosan, sampel 800\_1 memiliki laju korosi yang paling rendah dengan nilai 2,032 mpy. Diikuti oleh sampel yang 850\_1 dengan nilai laju korosi 3,37 mpy, kemudian dilanjutkan oleh sampel yang UN\_1 dengan nilai 6,879 mpy dan terakhir ada sampel yang 900\_1 dengan nilai 8,858 mpy. Pada bagian yang 1 gram kitosan ini, hasilnya tergolong normal karena sampel 800\_1 memiliki laju korosi yang rendah serta sampel 900\_1 memiliki laju korosi yang tinggi, yang berarti sudah sesuai dengan literature. Namun pada beberapa sampel seperti UN\_0,5 UN\_1, dan 800\_0,5, terdapat bentukan yang aneh pada garisnya, menurut analisis saya, hal ini dikarenakan ketidakrapihan dalam preparasi sampel ataupun saat pengujian sedang dilakukan.

#### D. Uji Mikrostruktur

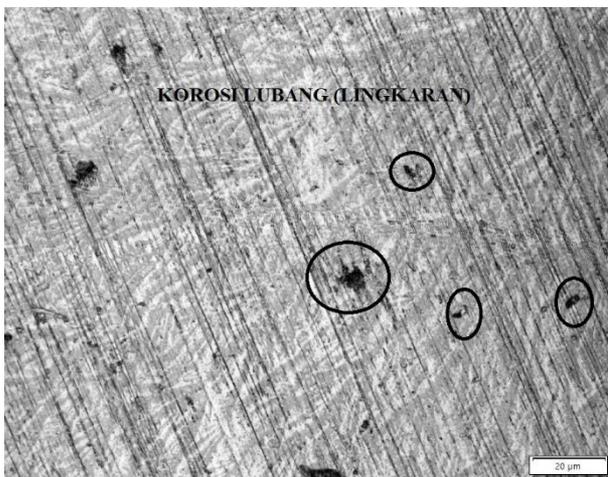
Uji mikrostruktur dilakukan untuk melihat adanya korosi pada mikrostruktur sampel. Hal ini dilakukan untuk membuktikan adanya keberadaan korosi pada setiap sampel. Pada hasil uji mikrostruktur ini dilakukan dengan perbesaran 100x serta untuk setiap sampel yang ada baik yang dilarutkan dalam larutan NaCl dengan 0,5 gram kitosan maupun 1 gram kitosan sehingga ada 8 hasil mikrostruktur dimana akan dibandingkan satu sama lain. Berikut ini adalah hasil uji mikrostruktur.



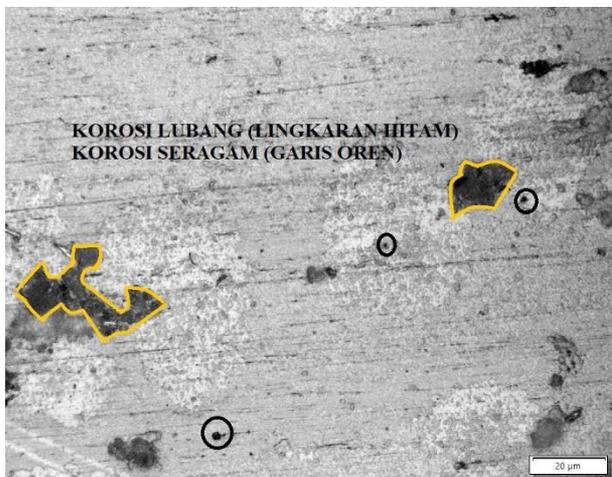
Gambar 6. Mikrostruktur sampel 800\_0,5.



Gambar 7. Mikrostruktur sampel 850\_0,5



Gambar 8. Mikrostruktur sampel 900\_0,5

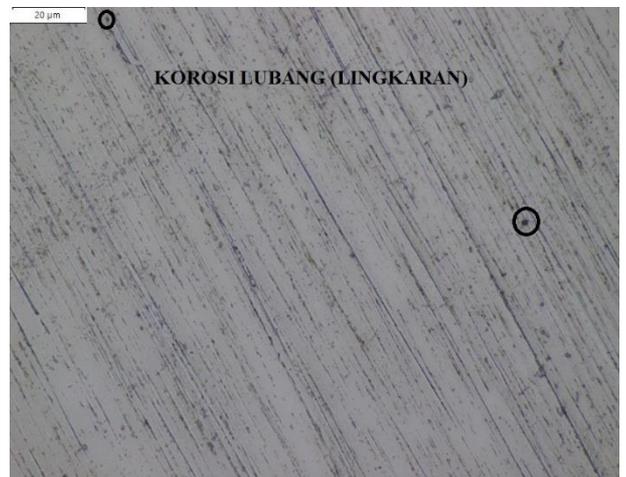


Gambar 9. Mikrostruktur sampel UN\_0,5

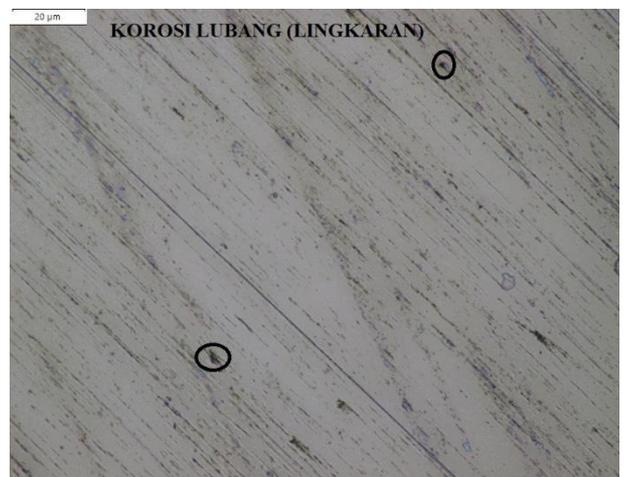
Berdasarkan hasil uji mikrostruktur pada gambar 6-9, pada setiap sampel terdapat titik hitam kecil yang menandakan adanya korosi yaitu korosi lubang, namun pada sampel UN\_0,5 terdapat korosi lubang dan korosi seragam. Titik hitam pada sampel ini cukup terlihat dikarenakan jumlah

kitosan yang sedikit dan waktu perendaman yang cukup lama sehingga terjadinya korosi lubang ataupun korosi seragam pada mikrostruktur sampel.

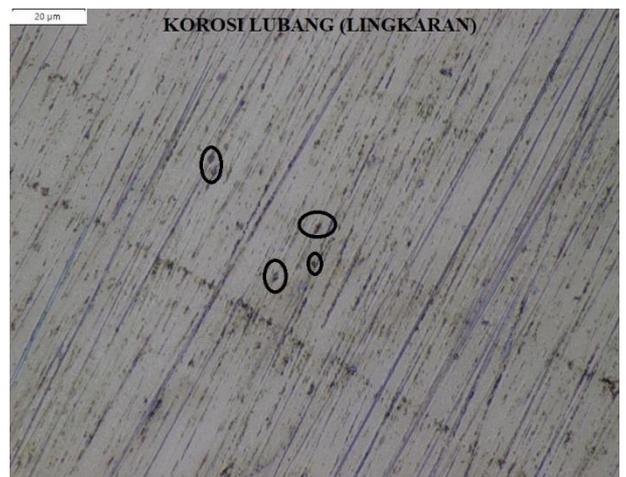
Berikut ini adalah hasil pengujian mikrostruktur yang 1 gram kitosan



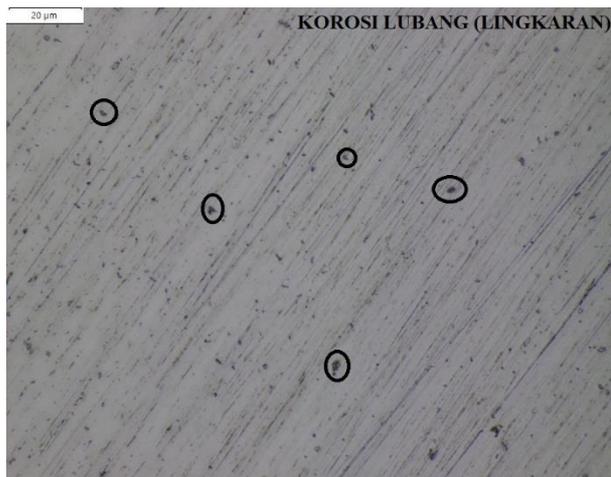
Gambar 10. Mikrostruktur sampel 800\_1



Gambar 11. Mikrostruktur sampel 850\_1



Gambar 12. Mikrostruktur sampel 900\_1



Gambar 13. Mikrostruktur sampel UN\_1

Pada gambar 10-13, terlihat titik – titik hitam kecil pada setiap gambar yang menandakan adanya korosi yaitu korosi lubang. Namun jika dibandingkan dengan gambar 6-9, pada gambar 6-9 korosi lebih sulit terlihat, hal ini dikarenakan jumlah kitosan yang lebih banyak yang membuat laju korosi lebih lambat walaupun memiliki waktu perendaman yang sama.

#### IV. KESIMPULAN

1. Temperatur annealing akan mempengaruhi laju korosi, semakin besar temperatur annealingnya, maka akan semakin besar laju korosinya. Begitu pula sebaliknya
2. Konsentrasi kitosan 0,5 gram memiliki nilai laju korosi yang paling rendah
3. Seluruh sampel menunjukkan adanya korosi, baik itu jenis korosi lubang maupun korosi seragam.

#### REFERENCES

- [1] Chandrabhan Verma, Arumugam Madhan Kumar, Mohammad Abu Jafar Mazumder dan Mumtaz Ahmad Quraishi, "Chitosan-Based Green and Sustainable Corrosion Inhibitors for Carbon Steel", *Intechopen*, 10 (8), 144-156, (2018).
- [2] S. Lu, K. Yao, Y. Chen, M. Wang, N. Chen, and X. Ge, *Corros. Sci* 103, 95–104, (2016).
- [3] R. Ganesan, "Improving the quality of high alloy CA6NM stainless steel castings," *Graduate Theses and Dissertations, Iowa State University*, (2015).
- [4] J. L. Li, C. T. Qu, S. D. Zhu, L. Liu, and Z. Q. Gao, *Anti-Corrosion Methods Mater* 61 (6), 387–394, (2014).
- [5] Puspasari, V dan Prasetyo, M.A, "Effect of tempering treatment on pitting corrosion resistance of modified cast CA6NM stainless steel in 3.5 % NaCl solution", *Jurnal AIP Conference Proceedings*, 2382 (1): 1-9, (2021).