

MEKANISME DAN EFISIENSI INHIBISI SISTEM PADA KOROSI BAJA KARBON DALAM LARUTAN ELEKTROLIT JENUH KARBON DIOKSIDA

Pembimbing:

Dr. Ing. Cynthia L. Radiman

Dr. Hj. Sadijah Achmad, DEA

Dr. H. Bunbun Bundjali

Yayan Sunarya

30503005



PENDAHULUAN

1. Latar belakang



Sumur minyak bumi

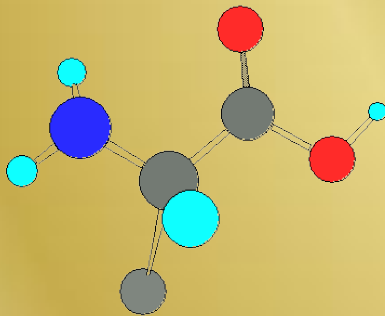


Minyak mentah

Campuran minyak mentah:

- Asam-asam organik
- Garam-garam anorganik
- Gas CO_2 dan H_2S

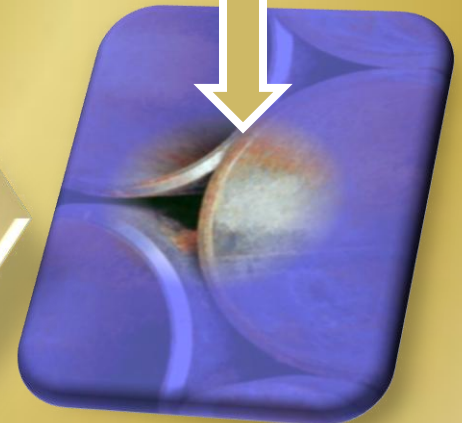
Temperatur hingga 380K



Asam amino

Senyawa:
☛ anorganik
☛ organik

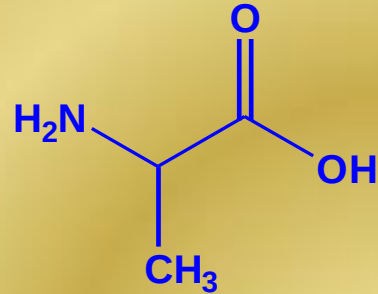
Inhibitor
korosi



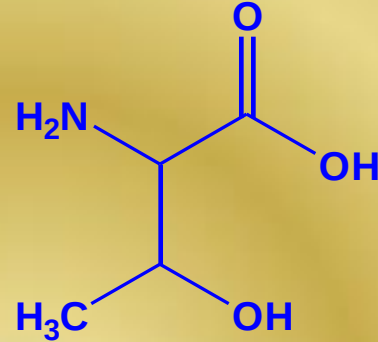
Struktur beberapa asam amino



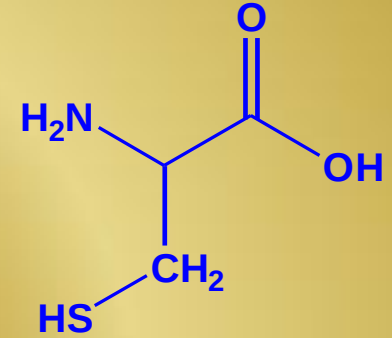
Glisin (gly)



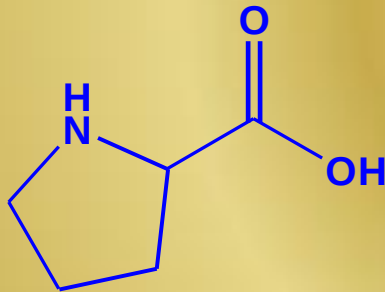
Alanin (ala)



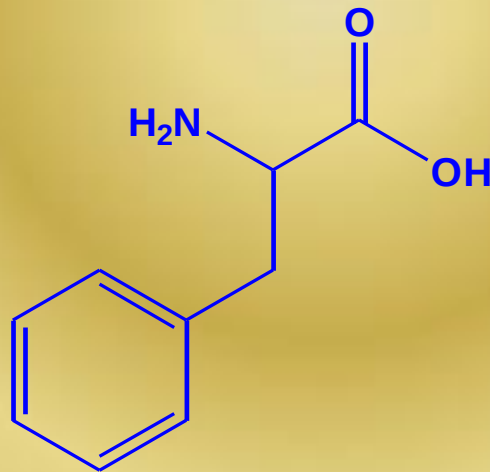
Treonin (thr)



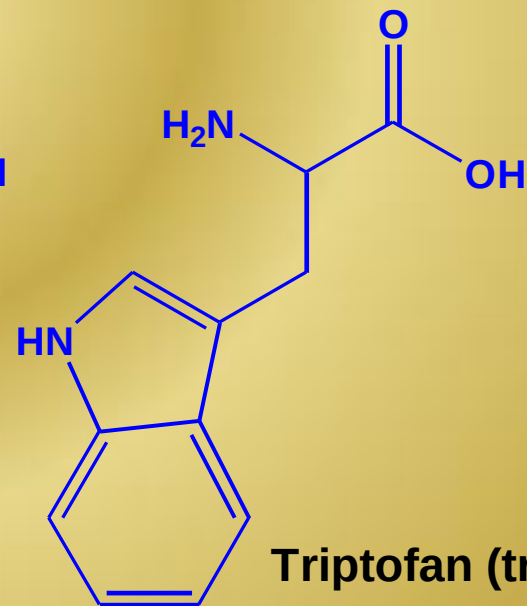
Sistein (cys)



Prolin (pro)



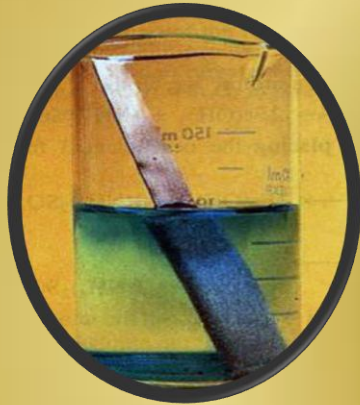
Fenilalanin (phe)



Triptofan (trp)

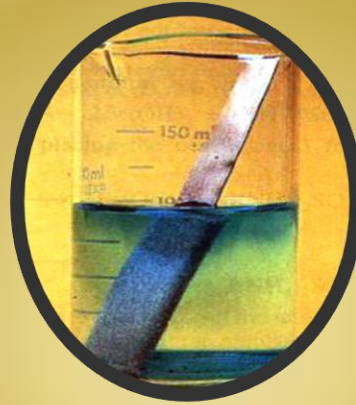
Asam amino sebagai inhibitor korosi logam

sistein
Cu/H₂SO₄ 1 M



Matos, dkk. 2004

sistein/alanin
Cu/HCl 0,5 M



Zhang, dkk. 2005

sistein
Steel/H₂SO₄ 1 M



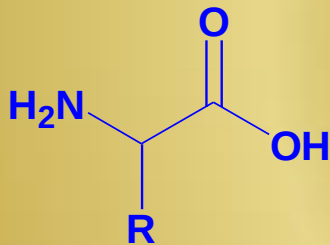
Silva, dkk. 2006

- **Sistein, glisin, alanin, histidin, lisin, dan leusin pada korosi Cu-Ni/NaCl 0,6 M (Badawy, dkk., 2006)**
- **Sistein pada korosi Cu/HCl 1 M dan pada Cu/NaCl 0,6 M (Ismail, 2007)**
- **Sistein, metionin, dan alanin pada korosi Pb-Ca-Sn /H₂SO₄ 0,5 M (Kiani, dkk., 2008)**

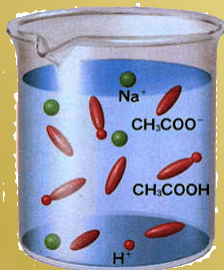
Sifat inhibisi asam amino pada korosi baja karbon API 5L X65?



Dalam lingkungan yang sesuai kondisi sumur minyak bumi belum dikaji



Peran gugus fungsi dalam molekul asam amino pada proses inhibisi korosi baja karbon belum dikaji



Kondisi/komposisi media yang dapat meningkatkan peran gugus fungsi pada proses inhibisi belum dikaji

2. Permasalahan

- a. Manakah asam amino yang memiliki potensi sebagai inhibitor korosi baja karbon paling tinggi**
- b. Bagaimana mekanisme inhibisi dari asam amino terpilih**
- c. Bagaimana peran gugus fungsi dalam proses inhibisi korosi baja karbon**
- d. Pada kondisi/komposisi media bagaimana yang memungkinkan gugus fungsi berperan optimal**
- e. Bagaimana efektifitas inhibisi dari asam amino**

3. Tujuan penelitian

Mempelajari mekanisme dan efisiensi inhibisi asam amino terpilih pada korosi baja karbon dalam larutan elektrolit jenuh CO₂ pada temperatur dan pH yang divariasikan

PENDEKATAN DAN METODA

1. Pendekatan

- **Elektrokimia**
- **Simulasi komputer**
- **Struktur dan sifat fisik**

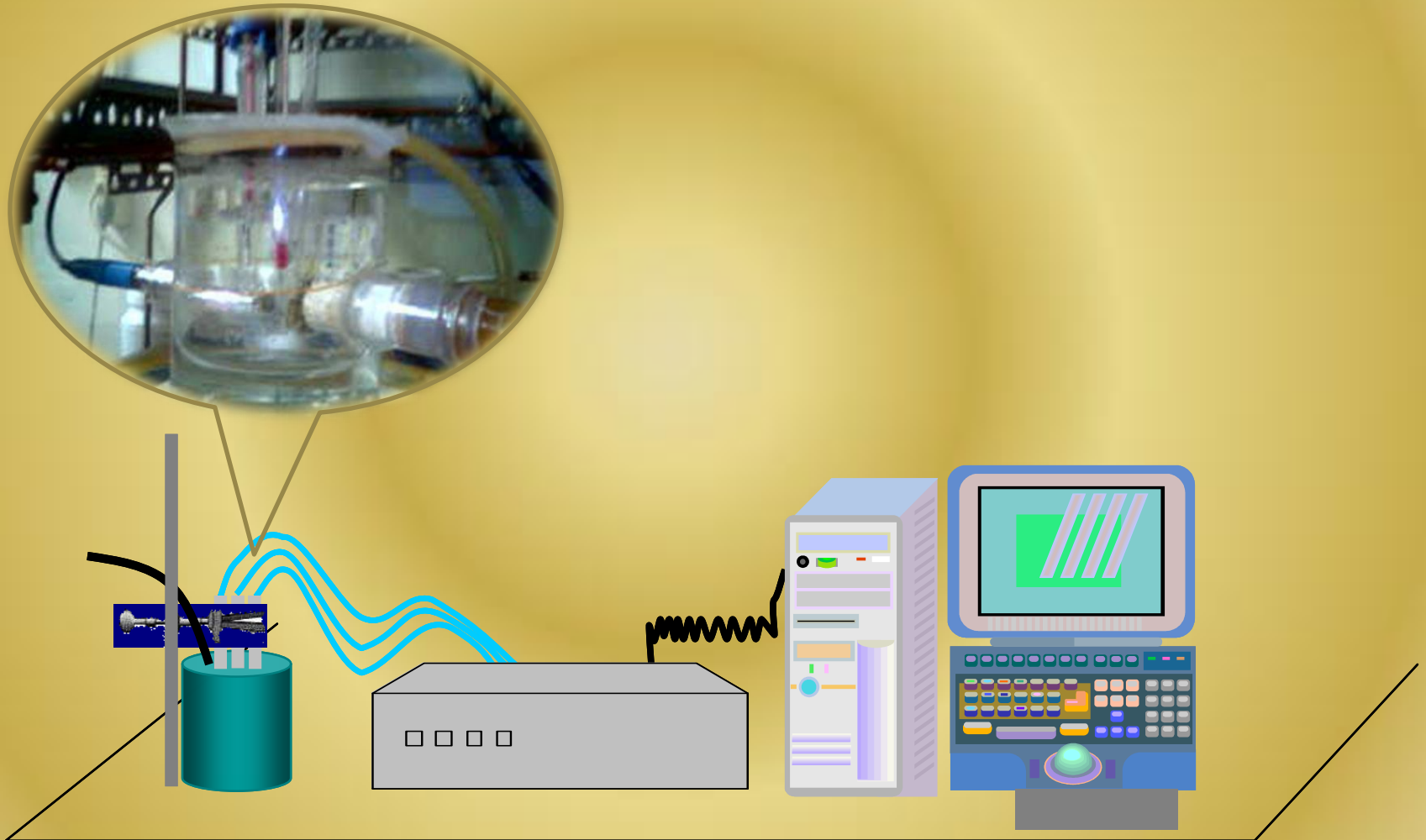
2. Metoda

- **Polarisasi (Tafel)**
- **Spektroskopi impedansi (EIS)**
- **Simulasi rangkaian listrik ekivalen**
- **Karakterisasi**

3. Peta alur penelitian

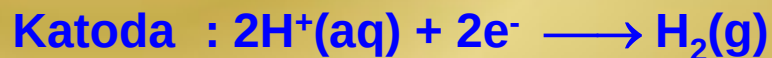
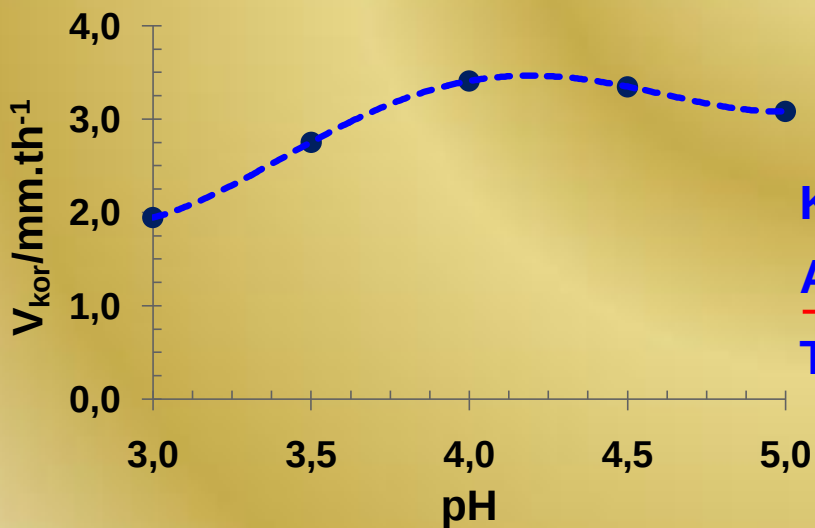
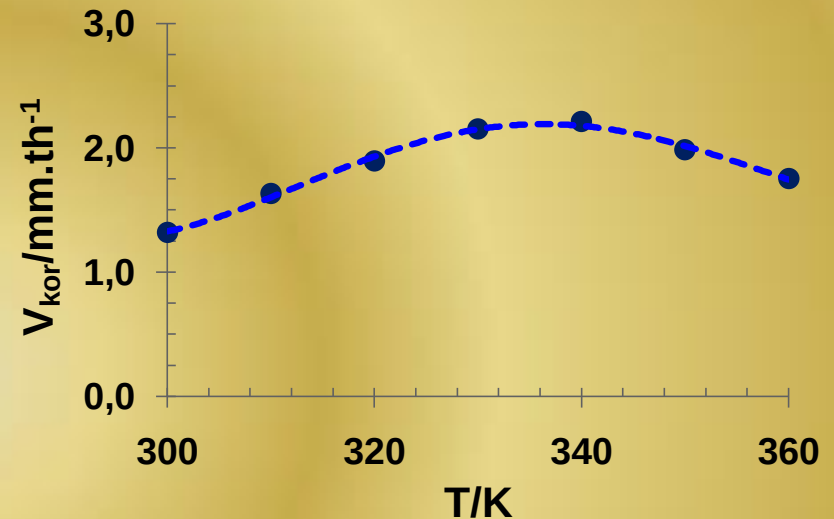
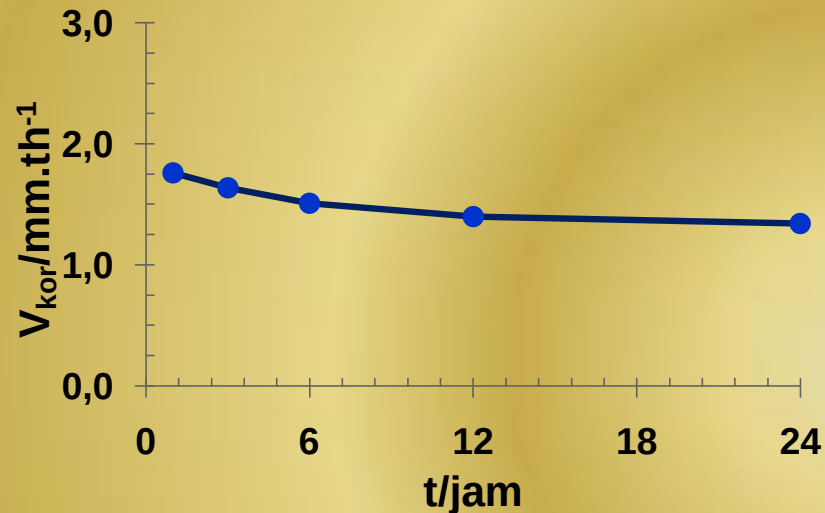


4. Prosedur penelitian

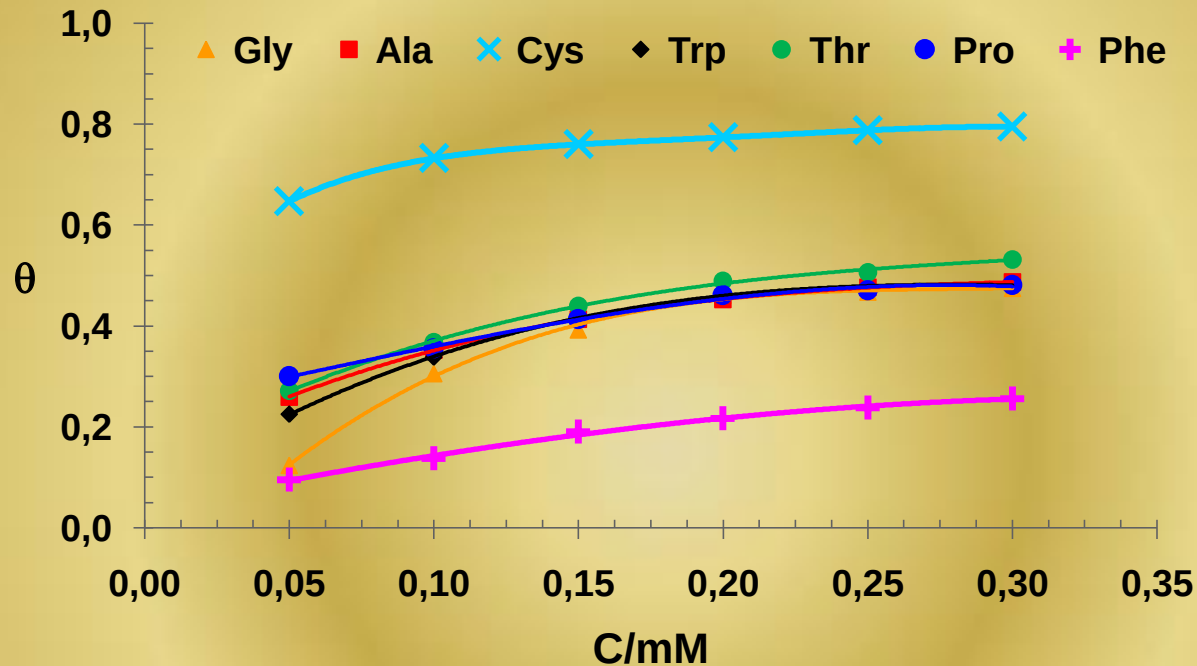


HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Laju korosi baja karbon

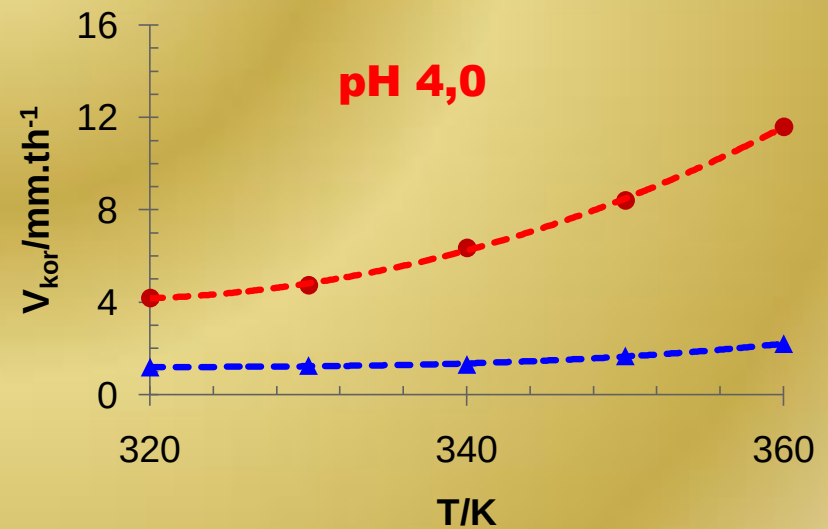
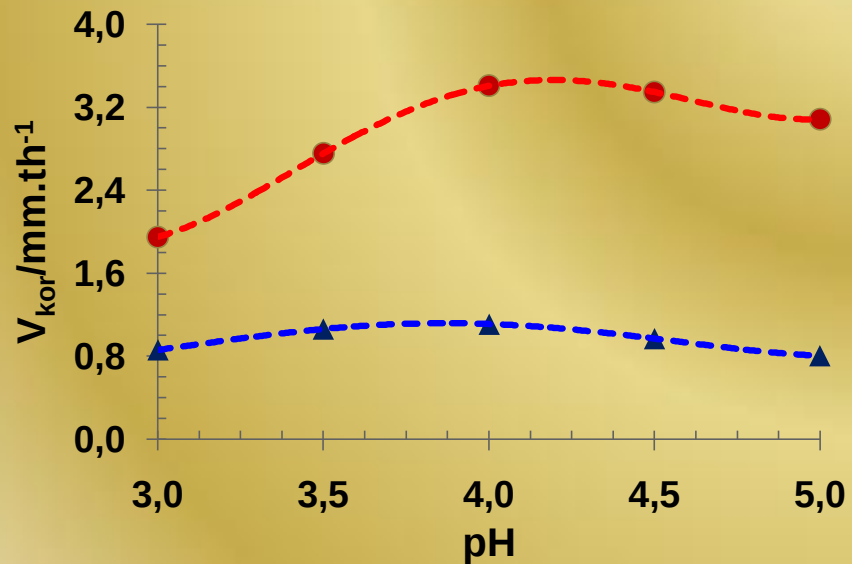
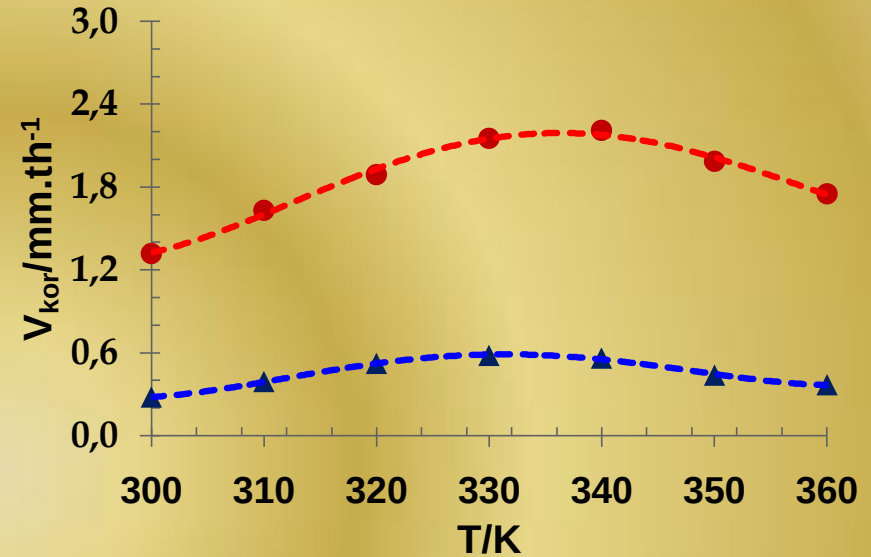
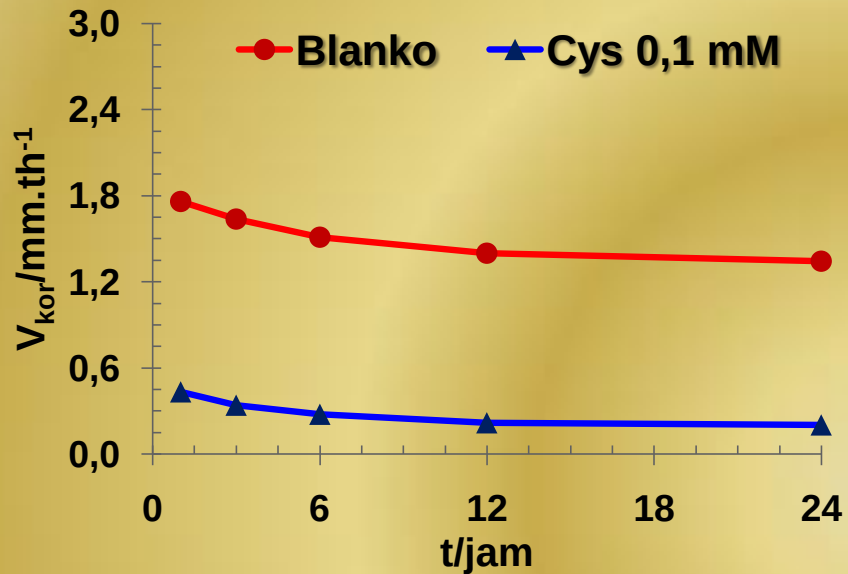


2. Uji potensi dan seleksi asam amino

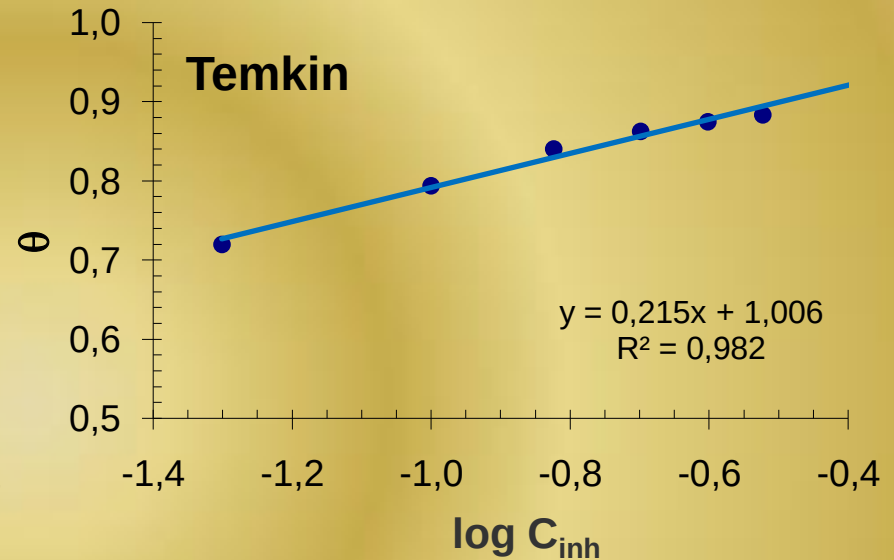
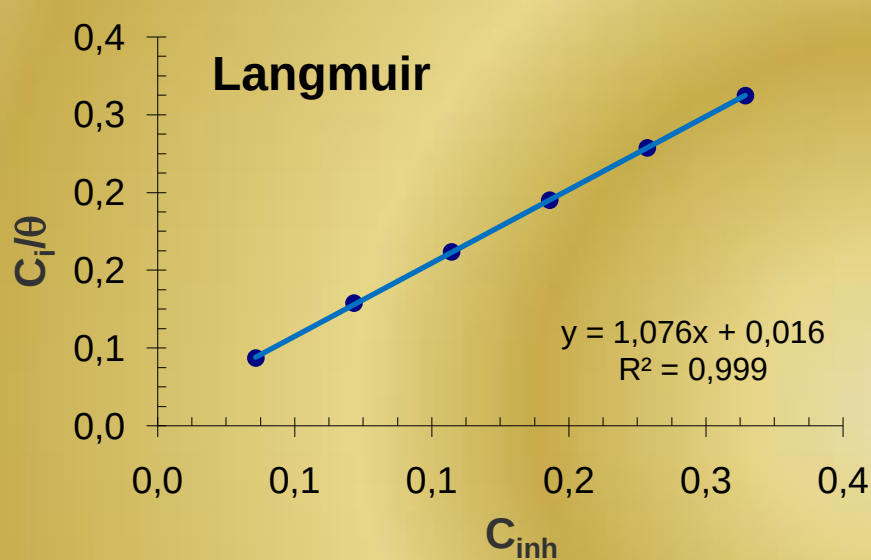


- Kemampuan inhibisi korosi dari asam amino:
cys > thr > trp $\approx$ ala $\approx$ gly $\approx$ pro > phe
- Sistein ditetapkan sebagai kandidat inhibitor korosi baja karbon yang diuji

3. Kinerja inhibisi sistein

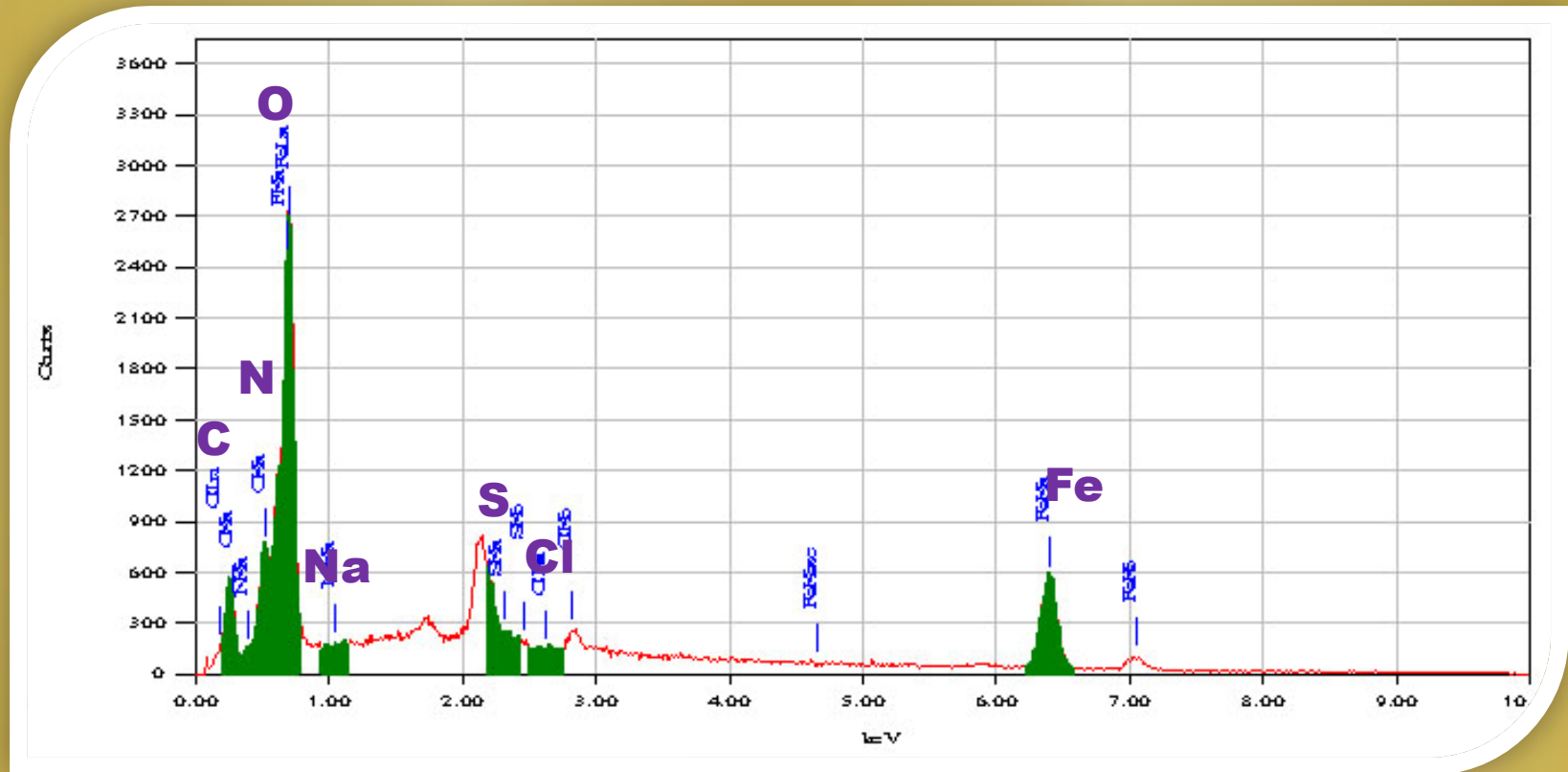


4. Proses inhibisi sistein berdasarkan termodinamika



- Proses inhibisi sistein melalui adsorpsi secara fisik ($\Delta G_{ads} = -20,276 \text{ kJ mol}^{-1}$) mengikuti isotherm adsorpsi Langmuir
- Terjadi bakutolak antar molekul-molekul sistein teradsorpsi berdasarkan isotherm adsorpsi Temkin

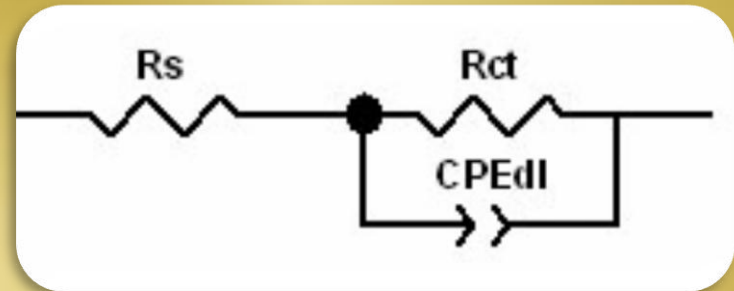
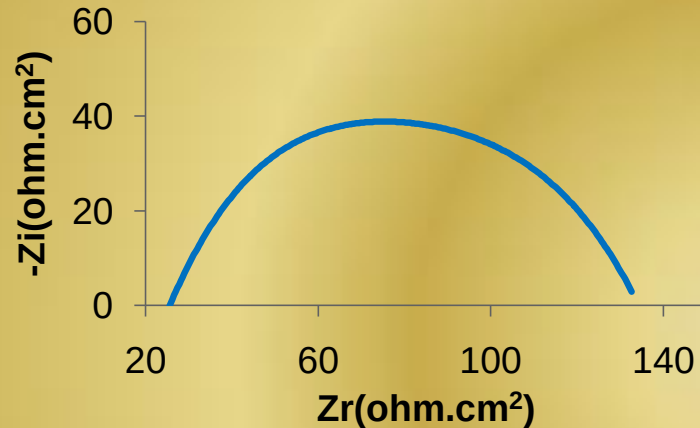
Adsorpsi molekul-molekul sistein pada permukaan baja karbon



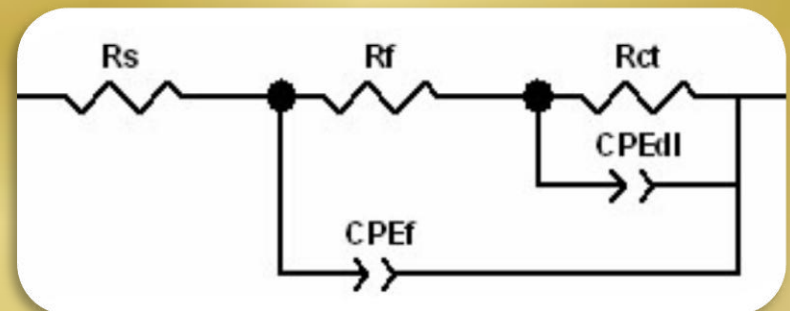
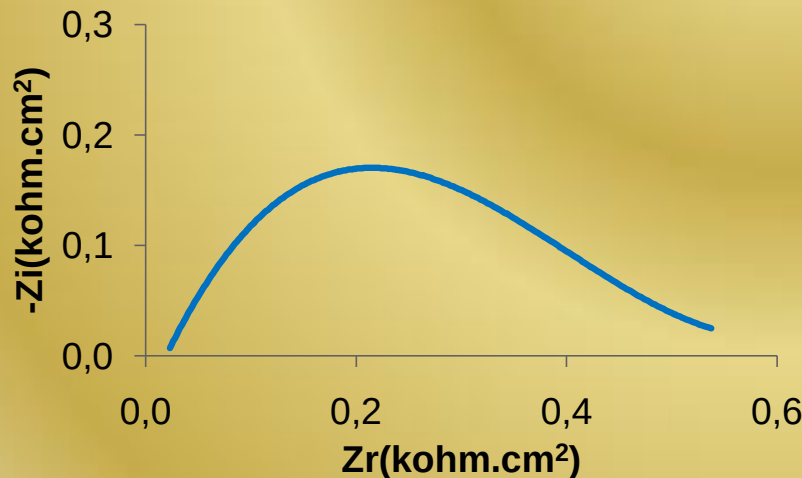
Berdasarkan teknik EDS, pada permukaan baja karbon ditemukan unsur-unsur berikut C: 5,89%; O: 4,15%; N: 0,74%, S: 0,31%

5. Proses inhibisi sistein berdasarkan model rangkaian listrik ekivalen

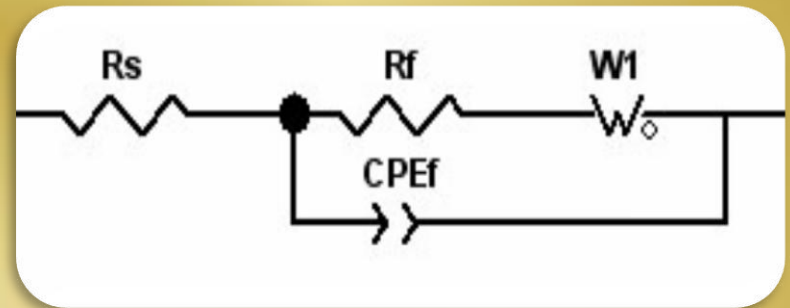
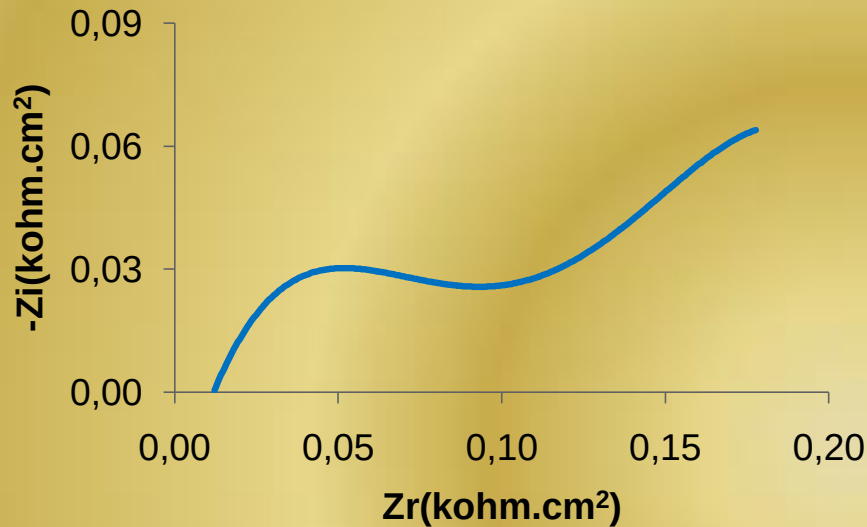
Media tanpa sistein



Media berisi sistein pada $T < 330\text{K}$, $\text{pH} = 3,0$ dan $5,0$

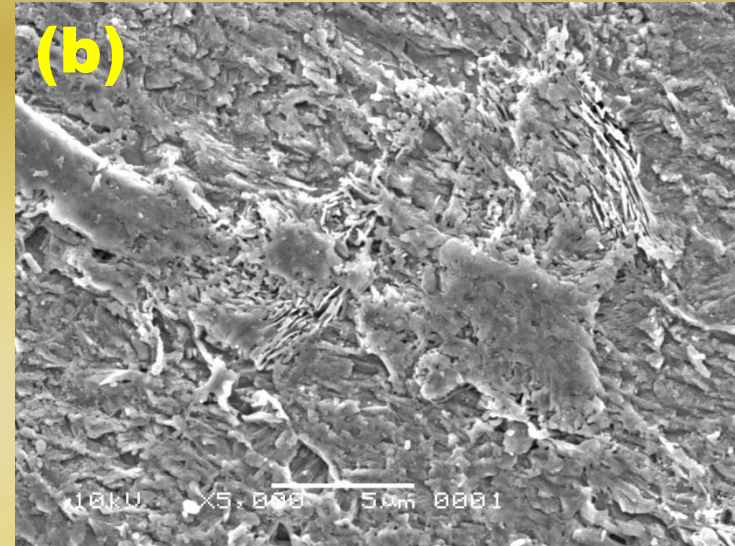


Dalam media berisi sistein pada $T > 330\text{K}$, $\text{pH} = 4,0$



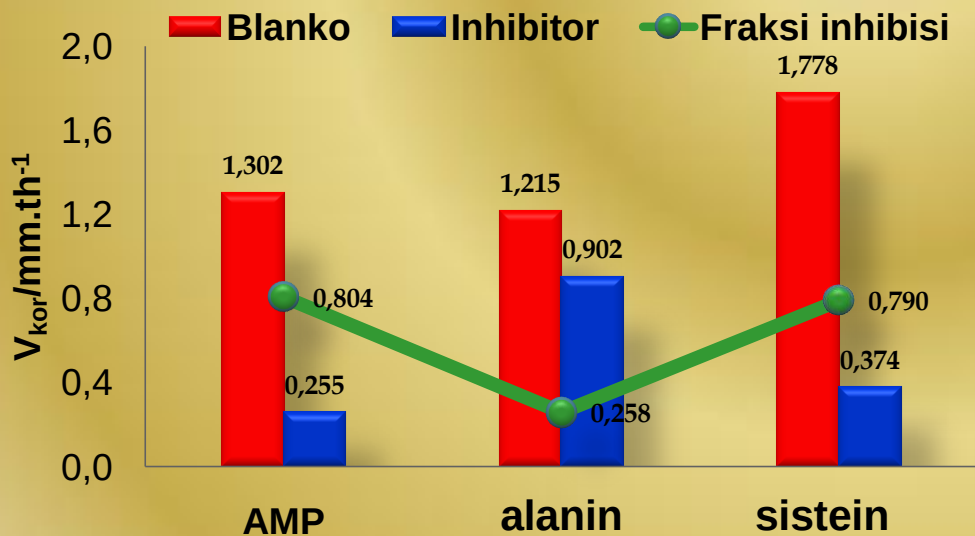
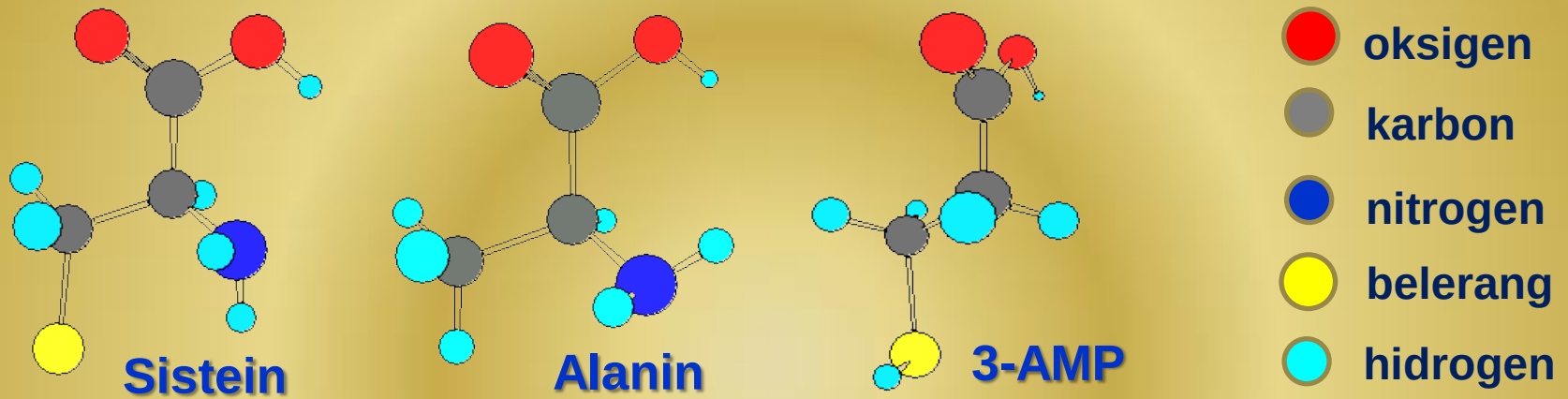
- **Proses inhibisi melalui pembentukan lapisan pelindung yang tidak merata**
- **Proses korosi dikendalikan oleh**
 - **Kinetika transfer muatan pada $T < 330\text{K}$**
 - **Transfer massa pada $T > 330\text{K}$**

Morfologi lapisan pelindung



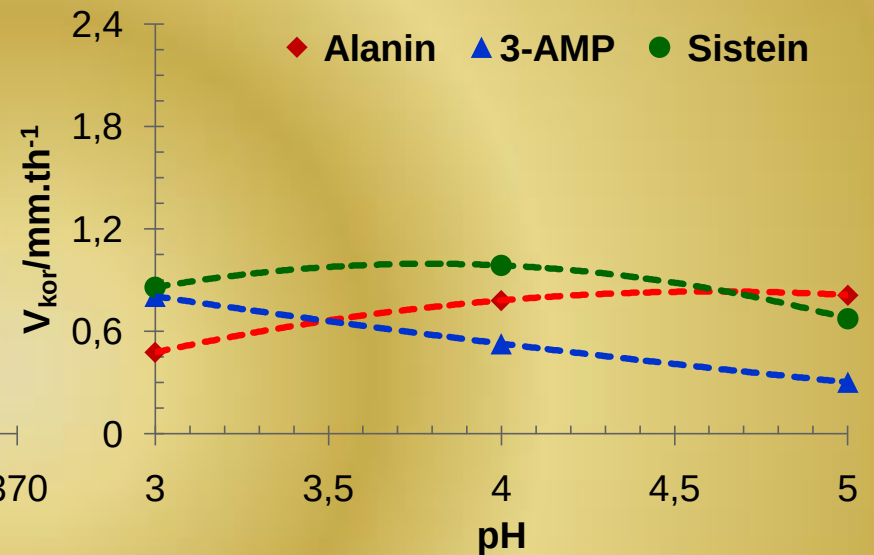
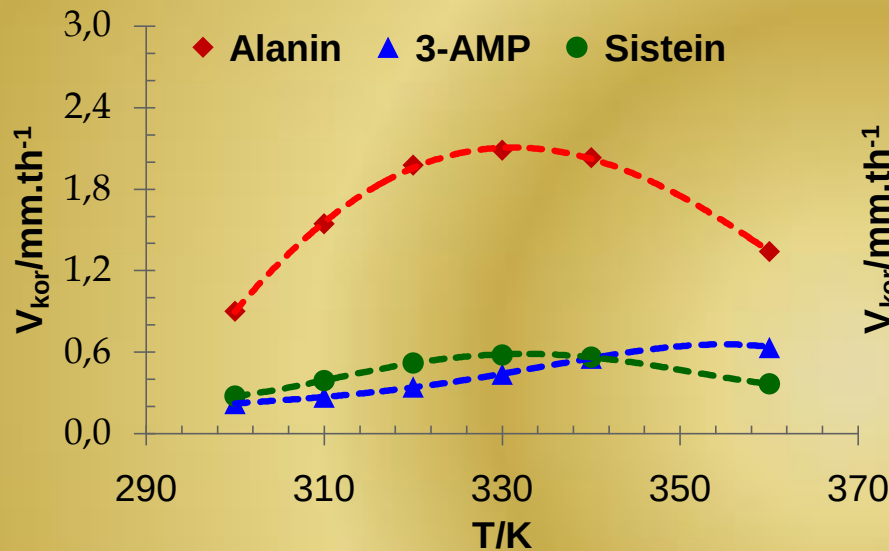
Citra permukaan baja karbon hasil analisis SEM dalam (a) media tanpa sistein, (b) media mengandung sistein

6. Gugus fungsi yang berperan dalam proses inhibisi



Gugus fungsi –SH berperan dalam proses inhibisi melalui antaraksi dengan permukaan baja karbon membentuk lapisan pelindung

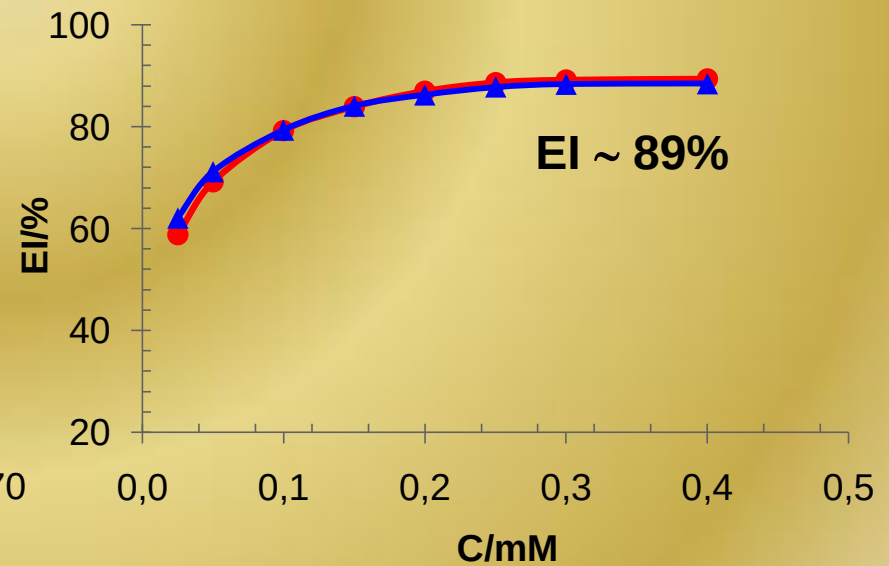
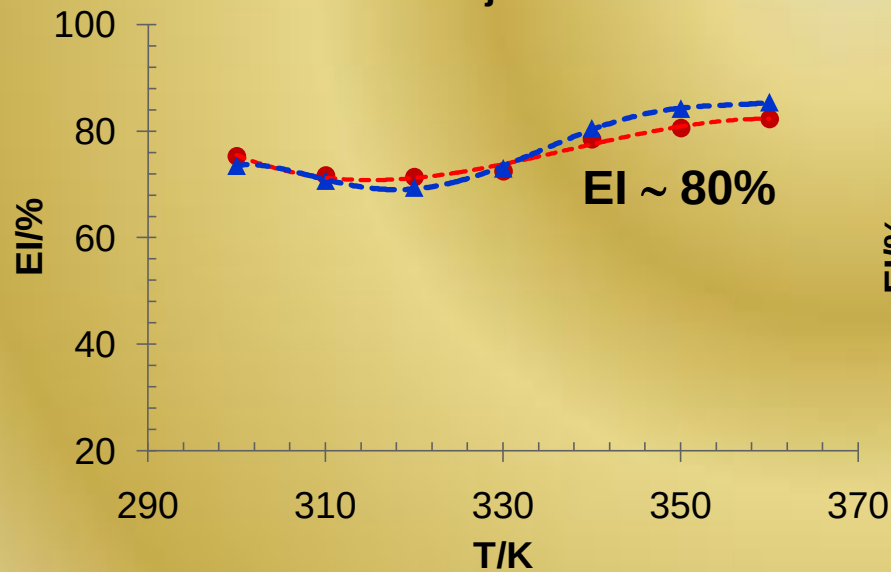
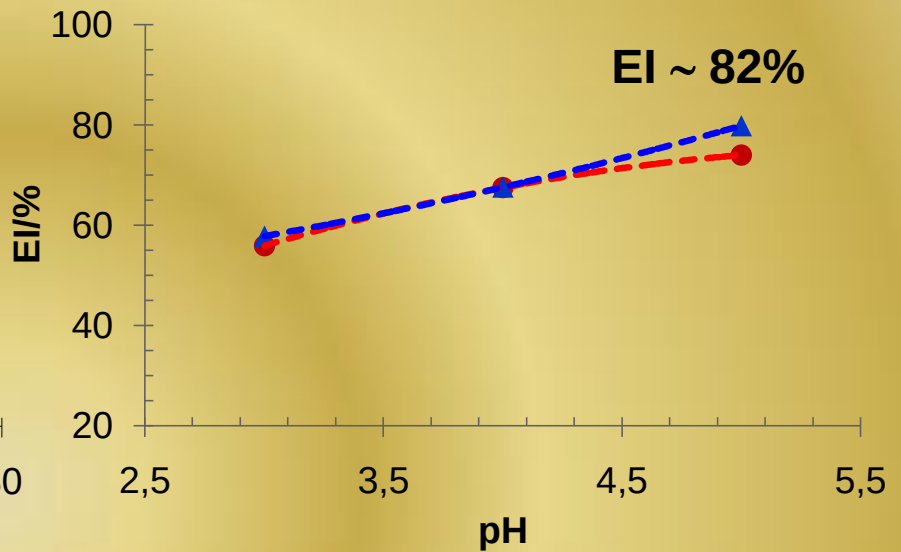
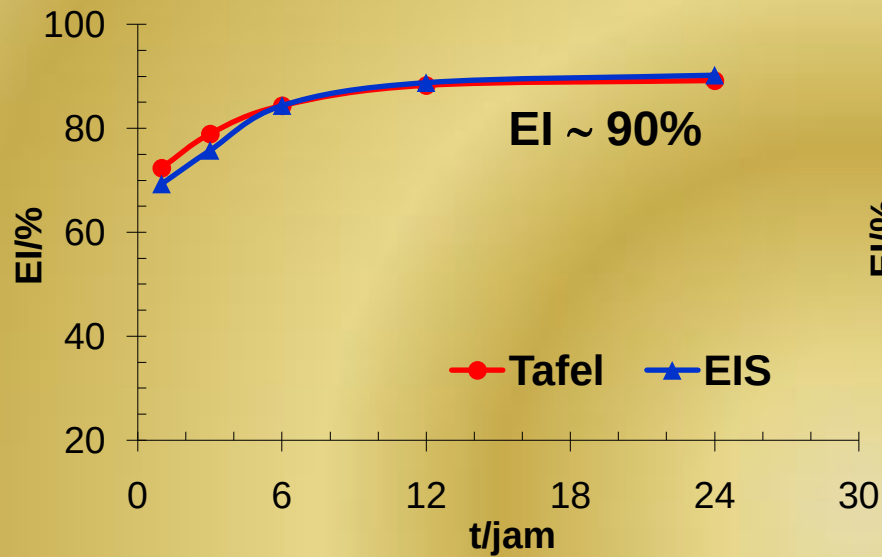
Peran gugus fungsi pada temperatur dan pH yang divariasikan



Pada temperatur tinggi dan pH rendah:

- peran gugus $-SH$ menurun
- peran gugus $-NH_3^+$ cenderung meningkat

7. Efisiensi inhibisi sistein

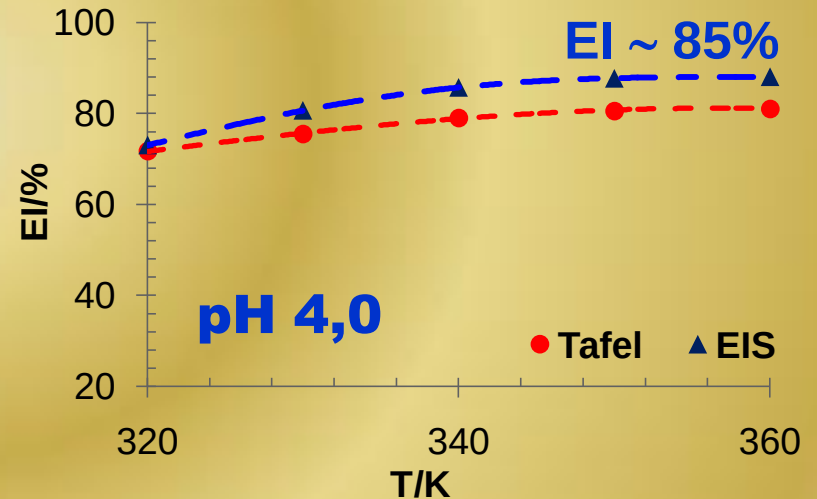
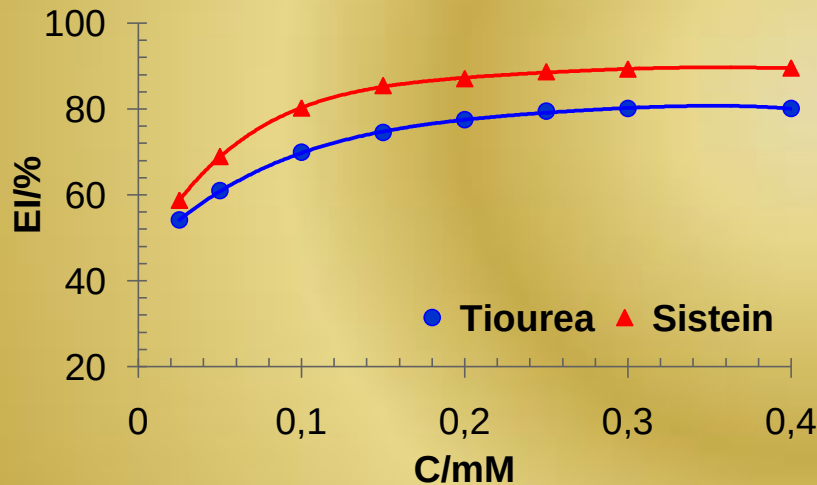


Efektifitas inhibisi sistein

Menurut Roberge (1991): inhibitor dinyatakan efektif jika,
 $EI \geq 90\%$ pada 40 ppm (0,33 mM)

$EI \geq 95\%$ pada 80 ppm (0,66 mM)

Sistein dinyatakan efektif pada $t > 12$ jam; $[cys] \geq 0,10$ mM;
 $T = 300K$; $pH = 4,75$ (CO_2 jenuh)



Dalam lingkungan sesuai sumur produksi sistein dinyatakan efektif pada $[cys] > 0,25$ mM; $T > 350K$; $pH \geq 4,0$

KESIMPULAN

- 1. Sistein memiliki kemampuan inhibisi korosi pada baja karbon paling tinggi**
- 2. Mekanisme inhibisi melalui pembentukan lapisan pelindung teradsorpsi secara fisik**
- 3. Gugus yang berperan optimal adalah gugus -SH**
- 4. Peran gugus fungsi -SH dan -NH₂ dipengaruhi oleh temperatur dan pH:**
 - Gugus -SH berperan optimal pada pH tinggi dan temperatur rendah,**
 - gugus -NH₂ berperan optimal pada pH rendah dan temperatur tinggi**
- 5. Sistein tergolong efektif pada pH tinggi dan Temperatur kamar atau di atas 340K**

SARAN-SARAN

- 1. Disamping T, pH, t, dan $[C_{inh}]$, sebaiknya ditambah variabel V_{alir} media dan komposisi w/o**
- 2. Dalam memilih inhibitor korosi dari golongan senyawa organik, disamping pertimbangan gugus fungsi sebaiknya dipertimbangkan juga aspek struktur**

DAFTAR PUSTAKA

- Badawy, W.A., Ismail, K.M., Fathi, A.M., (2006): Corrosion control of Cu–Ni alloys in neutral chloride solutions by amino acids, *Electrochim. Acta*, 51, 4182–4189
- Ismail, K.M., (2007): Evaluation of cysteine as environmentally friendly corrosion inhibitor for copper in neutral and acidic chloride solutions, *Electrochim. Acta*, 52, 7811–7819
- Kiani, M.A., Mousavi, M.F., Ghasemi, S., Shamsipur, M., dan Kazemi S.H., (2008): Inhibitory effect of some amino acids on corrosion of Pb–Ca–Sn alloy in sulfuric acid solution, *Corros. Sci.*, xxx, xxx-xxx, 1-11.
- Matos, J.B., Pereira, L.P., Agostinho, S.M.L., Barcia, O.E., Cordeiro, G.O dan Elia, E.D., (2004): Effect of cysteine on the anodic dissolution of copper in sulfuric acid medium, *J. Electroanal. Chem.*, 570, 91–94
- Nice, P.I., Takabe, H., dan Ueda, M., (2000): The development and implementation of a new alloyed steel for oil and gas production wells, *Corrosion 2000*, 154, (Houston, TX, NACE)

DAFTAR PUBLIKASI

Dalam jurnal ilmiah:

Sunarya, Y., Radiman, C.L., Achmad, S., Bundjali, B., (2008): Evaluasi sistein sebagai inhibitor korosi baja karbon API 5L X65 dalam larutan NaCl jenuh CO₂ dengan kendali pH bufer asetat, *J. Itenas*, 2,12.

Dalam seminar/proceeding:

1. Sunarya, Y., Radiman, C.L., Achmad, S., Bundjali, B., (2006): Amino acids as corrosion inhibitor of carbon steel, *Int. Confer. Math and Natur. Sci. Proceeding ICMNS*, 623-626.
2. Sunarya, Y., Radiman, C.L., Achmad, S., Bundjali, B., (2006): Pengaruh gugus merkaptto dalam sistein terhadap laju korosi baja karbon, Seminar Nasional Kimia, UNY.
3. Sunarya, Y., Radiman, C.L., Achmad, S., Bundjali, B., (2007): Pengaruh temperatur terhadap mekanisme inhibisi sistein pada korosi baja karbon dalam larutan NaCl jenuh CO₂, Seminar Nasional Kimia, UNS
4. Sunarya, Y., Radiman, C.L., Achmad, S., Bundjali, B., (2007): Cysteine as a green corrosion inhibitor for carbon steel in CO₂ aerated 1% NaCl media with acidic buffer, *Int. Confer. Chem. Sci.*, Proceeding ICCS, 1-6.

Terima kasih

Kepada yang terhormat

1. Ibu Dr. Ing. Cynthia L. Radiman; Ibu Dr. Hj. Sadijah Achmad dan Bpk Dr. H. Bunbun Bundjali, serta Bpk Dr. Bambang Ariewahjoedi, M.Sc.
2. Departemen Pendidikan Nasional, khususnya Dirjen Dikti
3. Rektor UPI dan Dekan FPMIPA UPI
4. Dekan Sekolah Pascasarjana ITB, Dekan dan para wakil Dekan FMIPA-ITB, dan Ketua Program Magister dan Doktor Kimia FMIPA-ITB, beserta staf