

# UNJUK KERJA EKSTRAK CAMPURAN CABE DAN TOMAT BUSUK PADA PROTEKSI LOGAM DI LINGKUNGAN AGRESIF

<sup>1\*</sup> Nanang Wahyu Purwanto, <sup>2</sup>Ira Kusumaningrum, <sup>3</sup>Mualifi Usman

<sup>1, 2, 3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Darul Ulum, Jombang, Jawa Timur, Indonesia

<sup>1</sup> nanangwahyu11303@gmail.com, <sup>2</sup> ira210371@gmail.com, <sup>3</sup> mualifiusman7@gmail.com,

## Article Info

### Article history:

Received Mei 11<sup>th</sup>, 2025

Revised Mei 18<sup>th</sup>, 2025

Accepted Juny 12<sup>th</sup>, 2025

### Keyword:

corrosion  
mild steel  
inhibition efficiency  
adsorption

## ABSTRACT

Corrosion can occur when a metal comes into contact or interacts with its surrounding environment. For instance, a steel plate left exposed to open air will eventually undergo corrosion. SS400 (Structural Steel) is a type of low-carbon steel (mild steel) that conforms to ASTM A36 or JIS G3101 standards. Various methods are available to mitigate the corrosion process, one of which is the application of corrosion inhibitors. Organic inhibitors represent a class of corrosion inhibitors that are non-toxic, cost-effective, naturally abundant, renewable, and environmentally benign. Corrosion inhibitors can be derived from both organic and inorganic compounds. In this study, extracts from chili and spoiled tomatoes were utilized as corrosion-retarding agents. These inhibitors were applied to SS400 carbon steel immersed in 1 M HCl and 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solutions. The performance of the mixed extract inhibitor from chili and spoiled tomatoes against the corrosion rate of SS400 mild steel in 1 M HCl solution exhibited an inhibition efficiency of 93%. This inhibitor was sufficiently effective in suppressing the corrosion rate in HCl solution. The performance of the mixed extract inhibitor from chili and spoiled tomatoes against the corrosion rate of SS400 mild steel in 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution exhibited an inhibition efficiency of 57%. This inhibitor was not sufficiently effective in mitigating the corrosion rate in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution.

Copyright © 2025x Jurnal Capstone.  
All rights reserved.

### Corresponding Author:

Nanang Wahyu Purwanto,  
Program Studi Teknik Mesin, Universitas Darul Ulum  
Jalan Gus Dur No. 29 A Jombang, Jawa Timur, Indonesia.  
Email: nanangwahyu11303@gmail.com

*Abstrak*— Korosi dapat terjadi karena logam kontak/bersentuhan/berhubungan dengan lingkungan sekitarnya. Bila kita melihat suatu plat baja diletakan begitu saja di udara terbuka akan mengalami korosi. SS400 (Structural Steel) merupakan sebuah baja karbon rendah (Mild Steel) yang sesuai standar ASTM A36 atau JIS G3101. Ada banyak metode untuk menghambat proses terjadinya korosi. Salah satu diantara banyak metode yaitu penggunaan inhibitor. Inhibitor organik salah satu jenis inhibitor yang bersifat non toksik, murah, sudah tersedia di alam, mudah di perbaharui dan tidak merusak lingkungan Inhibitor korosi berasal dari senyawa-senyawa organik dan anorganik. Dalam penelitian ini menggunakan ekstrak cabe dan tomat busuk sebagai penghambat laju korosi. Inhibitor tersebut digunakan pada material baja karbon SS400 dalam larutan HCl 1 M dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M. Perfomansi inhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat busuk terhadap laju korosi mild steel 400 dalam larutan HCl 1 M mempunyai efisiensi inhibitor 93 %. Inhibitor ini cukup efektif menahan laju korosi pada larutan HCl. Perfomansi inhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat busuk terhadap laju korosi mild steel S 400 dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M mempunyai efisiensi inhibitor 57%. Inhibitor ini tidak cukup efektif menahan laju korosi pada larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## I. Pendahuluan

Korosi dapat terjadi karena logam kontak/bersentuhan/berhubungan dengan lingkungan sekitarnya. Bila kita melihat suatu plat baja diletakan begitu saja di udara terbuka akan mengalami korosi. Udara mengandung oksigen, sehingga memungkinkan mengalami reaksi reduksi oksigen. Logam akan selalu berusaha menyesuaikan diri lingkungannya untuk mencapai kestabilan, sehingga dalam udara terbuka logam akan melepaskan elektron dan elektron tersebut ditangkap dan bereaksi dengan uap air (reduksi oksigen). Mekanisme korosi melibatkan berbagai aspek dan reaksi secara komprehensif. Untuk itu perlu dipandang dari aspek material, reaksi (kimia, elektrokimia, dan termodinamika), lingkungan serta catu daya. [1]

Korosi adalah serangan yang bersifat merusak pada suatu logam oleh reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya. Pada konstruksi yang terbuat dari logam maupun non logam, korosi dapat menimbulkan kerugian biaya yang sangat besar. Korosi tidak dapat dicegah tetapi lajunya dapat dikurangi. Kerugian teknis yang akan dialami akibat terjadinya korosi adalah berkurangnya kekuatan dari baja itu sendiri dan menurunnya fatigue life, tensile strength dan berkurangnya sifat mekanis material lainnya. Ada dua aspek penting yang mempengaruhi proses korosi yaitu logam dan lingkungannya. Berbagai cara telah dilakukan untuk mengurangi laju korosi, salah satunya dengan pemakaian inhibitor. Sejauh ini penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana. Inhibitor digunakan untuk melindungi bagian dalam struktur dari kerusakan korosi akibat aliran atau penyimpanan fluida di dalamnya. Inhibitor umumnya menambahkan sedikit di lingkungan asam, air pendingin, uap atau lingkungan lain. Manfaat menggunakan inhibitor meliputi; memperpanjang umur struktur atau material, mencegah gangguan proses produksi, mencegah kecelakaan korosi, menghindari kontaminasi produk dan sebagainya. [2]

Penggunaan inhibitor sebagai salah satu cara yang efektif untuk mengendalikan laju korosi. Inhibitor korosi merupakan suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan tertentu dapat menurunkan laju penyerangan lingkungan itu terhadap suatu logam. Berdasarkan bahan dasarnya, inhibitor terdiri dari komponen senyawa organik dan anorganik, dan mereka biasanya larut dalam lingkungan cair. Senyawa anorganik biasanya mengandung silikat, borat, tungstat, molibdat, fosfat, kromat, dikromat, dan arsenat merupakan jenis bahan kimia yang berbahaya, mahal dan tidak ramah lingkungan. Hal ini menyebabkan penggunaan inhibitor anorganik mulai diminimalisir oleh industri. Penggunaan inhibitor ini dapat menyebabkan polusi pada lingkungan dan dapat berdampak pada makhluk hidup. Oleh karena itu, penggunaan inhibitor ekstrak dari bahan alam (organik) dipilih karena bersifat aman, mudah didapatkan, bersifat biodegradable, biaya murah, dan ramah lingkungan.

Pada umumnya, jenis inhibitor organik yang digunakan tersebut mengandung senyawa-senyawa antioksidan. Secara kimia, pengertian senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan, sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut bisa dihambat. Senyawa antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang dapat menunda, memperlambat, dan mencegah proses oksidasi. Oleh karena itu, senyawa tersebut dapat diasumsikan dapat menghambat laju korosi. [3]

Pada lingkungan industri Manufaktur, penggunaan material plat baja menempati urutan pertama sebagai komponen mesin produksi. Disatu sisi material baja didalam industri manufaktur sangat rentan terhadap serangan korosi yang bisa menurunkan kualitas material mesin produksi. Salah satu material baja yang sering digunakan dalam dunia industry adalah baja SS 400 (mild steel). Kerusakan karena korosi (zat oksidasi) merupakan masalah umum pada baja SS400 yang mengakibatkan degradasi material karena interaksi dengan lingkungannya yang lembab dan basah, sehingga tak hanya memperburuk penampilannya tetapi juga memperpendek usia pakai dari plat baja tadi. Untuk menanggulangi banyak jenis korosi yang sangat merugikan tersebut diperlukan langkah-langkah pencegahan. Beberapa prinsip pencegahan korosi yang telah berkembang; yang umumnya diadaptasi menggunakan jenis peralatan, tempat, maupun jenis lingkungan yang korosif. Pencegahan korosi di plat baja yang cukup luas dikenal adalah menggunakan cara melapisi plat baja menggunakan inhibitor alami untuk memperlambat laju korosi di plat baja SS400 (mild steel). Studi ilmiah korosi sudah banyak mencatat sejumlah penelitian dari ekstrak tumbuhan yang mempunyai sifat inhibisi korosi baja karbon SS 400 (mild steel) dalam larutan asam. Ekstrak tumbuhan yang dimaksud diatas yaitu dari bagian daun, batang, buah dan akar tumbuhan. Pemanfaatan limbah buah cabe dan tomat busuk sebagai inhibitor organik merupakan upaya kembali ke alam dengan meningkatkan perannya dalam industri serta meningkatkan nilai ekonomis dari limbah buah tersebut. Cabe dan Tomat busuk merupakan buah yang

banyak ditemui di sekitar kita, dimana Cabe dan Tomat hanya lebih populer sebagai tanaman kebun daripada sebagai tanaman perkebunan yang komersial. Di Indonesia, cabe dan tomat dimanfaatkan buahnya baik dalam keadaan matang maupun mengkal, sedangkan limbahnya belum dimanfaatkan secara maksimal.

Cabe dan Tomat mengandung gizi yang lengkap, antara lain kalori, protein, melak karbohidrat, mineral dan senyawa alkolid serta berbagai minyak esensial. Buah cabe dan tomat di ketahui sebagai sumber berbagai zat fitokimia, seperti komponen fenol, flavonoid, alcohol serta vitamin C. Zat fitokimia yang terkandung pada cabe dan tomat diduga dapat berperan dalam menciptakan aktifitas antioksidan [4][5].

Senyawa antioksidan merupakan zat yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi molekul lain. Antioksidan secara nyata mampu memperlambat atau menghambat oksidasi zat yang mudah teroksidasi meskipun dalam konsentrasi rendah. Kandungan antioksidan pada buah cabe dan tomat ini dapat kita manfaatkan sebagai salah satu bahan inhibitor korosi yang ramah lingkungan.

Pada penelitian ini, eksperimen dilakukan guna mengetahui performansi inhibitor ekstrak cabe dan tomat busuk dalam memproteksi baja karbon dengan metode pelapisan, waktu perendaman dan variasi temperatur terhadap efisiensi inhibitor korosi yang ramah lingkungan dalam memproteksi baja karbon (Mild Steel) SS 400.

## II. Metode Penelitian

### A. Bahan dan Alat

Penelitian ini memanfaatkan ekstra campuran tomat dan cabe busuk yang akan digunakan sebagai inhibitor korosi. Larutan HCL 1 M dan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M adalah elektrolit yang merupakan lingkungan agresif. Logam yang dijadikan sebagai specimen adalah plat SS 400 dengan ukuran 35 mm x 20 mm x 1mm. Sedangkan peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain timbangan digital dengan akurasi 0,001 gram yang digunakan untuk mengetahui berat yang hilang. Oven pengering, mesin ultrasonic untuk pemanas serta alat bantu lainnya seperti gelas ukur, kuas dan kertas amplas

### B. Prosedur Eksperimen

Prosedur pada eksperimen untuk menguji laju korosi pada plat SS400 dalam larutan HCl 1 M, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M berinhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat adalah sebagai berikut :

1. Pengekstrakan Campuran cabe dan tomat. Sampel cabe dan tomat dibersihkan dari unsur-unsur pengotoran dan dikeringkan pada suhu kamar selama  $\pm$  2 minggu. Sampel yang telah kering dibersihkan kembali dari unsur-unsur pengotoran kemudian dipotong-potong, digiling hingga berbentuk serbuk halus sebanyak 100 gram. Serbuk cabe 50gram dan serbuk tomat 50 gram. Kemudian serbuk tersebut dicampur jadi satu. Tahap ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi berpelarut etanol. Hasil ekstraksi berupa filtrat disaring dan dimasukkan ke elemeyer. Filtrat kemudian diuapkan menggunakan rotary vaccum evaporator untuk menghasilkan ekstrak kental.
2. Persiapan Spesimen  
Material plat SS400 dengan ukuran masing-masing 35 mm x 20 mm x 1 mm. material digosok dengan kertas gosok ukuran(grade) 400 kemudian benda uji dicuci dengan aquades
3. Persiapan larutan Elektrolit  
Siapkan larutan HCl 32% dengan volume 23,76 ml dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98,5% dengan volume 13,66 ml diencerkan dengan aquadest 250 ml pada masing-masing gelas takar dan inhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat disiapkan dengan konsentrasi 142 ppm (0.136 gram).
4. Pengujian Laju Korosi dengan Metode Kehilangan Berat  
Dalam pengujian ini, benda uji ditimbang sebelum dan sesudah proses pelapisan. Sebelum penimbangan, spesimen harus dibersihkan dengan aquades & dikeringkan dengan udara luar. Benda uji yang sudah dibersihkan dan dikeringkan, dilakukan proses pelapisan inhibitor kemudian masuk ke oven selama 1 jam untuk proses pengeringan. Spesimen yang sudah dilapisi inhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat kemudian direndam ke dalam media korosi larutan HCl 1 M, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1M, sebanyak 250 ml. Berat benda uji diukur pada interval waktu perendaman 24 jam hingga 96 jam. Spesimen juga diuji dengan variasi temperatur 25°C, 35°C & 45°C selama 1 jam.
5. Perhitungan Efisiensi Inhibitor
6. Perhitungan adsorpsi ( $\Delta H^{\circ}$ ads), energi bebas adsorpsi ( $\Delta G^{\circ}$ ads), dan entropi adsorpsi ( $\Delta S^{\circ}$ ads)
7. Perhitungan Isotherm Adsorption dengan persamaan Langmuir

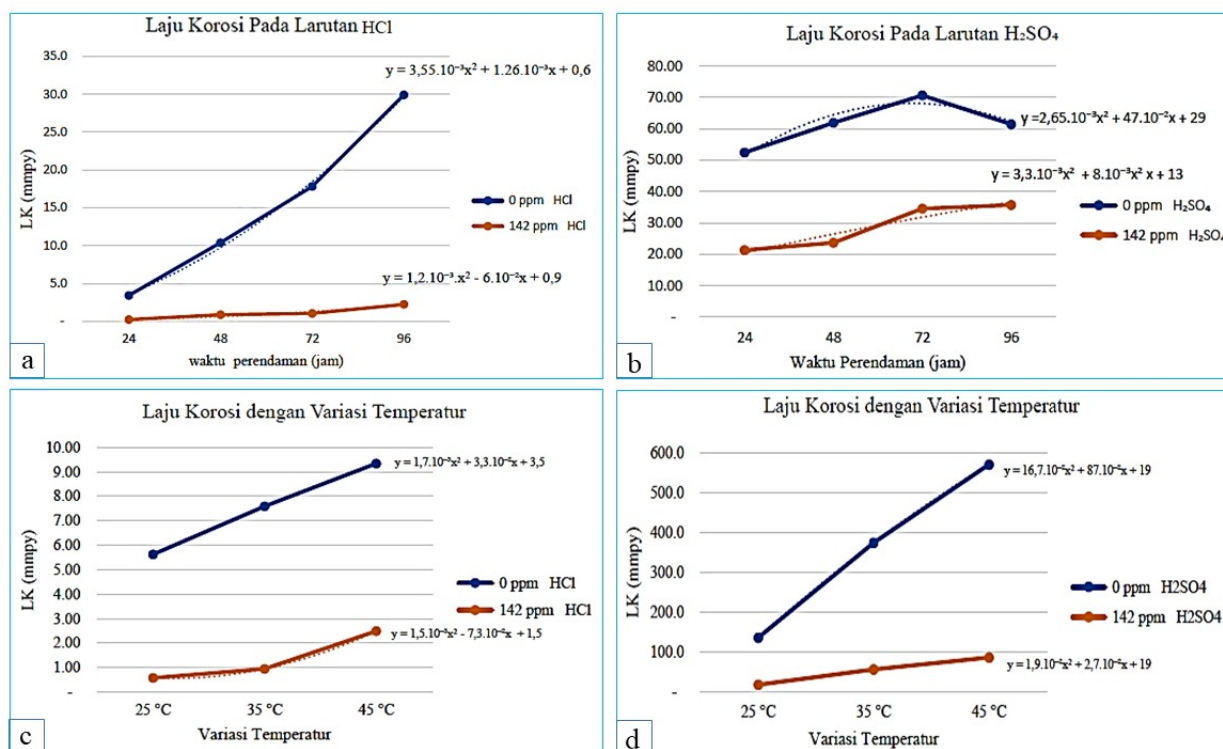
### C. Gambar dan Tabel

Kadang-kadang metode penelitian ditampilkan dalam bentuk bagan ataupun tabel. Penulis harus memastikan bahwa gambar ataupun tabel yang ditampilkan dapat terbaca dengan baik bila diletakkan pada satu kolom. Jika gambar, bagan atau tabel membutuhkan ruang besar maka dapat dibuat dengan meletakkannya untuk dua kolom sekaligus dengan tetap memperhatikan kesesuaian/keseimbangan menurut format *template* ini.

## III. Hasil dan Pembahasan

### A. Laju Korosi

Laju korosi mild steel SS 400 dalam larutan HCl 1 M dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M dengan inhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat busuk dengan lama perendaman 24 - 96 jam, dapat dilihat Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Laju korosi mild steel SS 400 dalam larutan HCl 1 M dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M dengan inhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat busuk

Berdasarkan gambar 1 a dan gambar 1 b, dapat ditunjukkan bahwa dengan adanya penambahan lapisan inhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat busuk maka laju korosi mengalami penurunan yang signifikan baik dalam larutan HCl 1 M maupun larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M. Dari gambar tersebut juga ditunjukkan bahwa peningkatan waktu perendaman seiring dengan peningkatan laju korosi [6].

Berdasarkan gambar 1 c dan gambar 1 d, dapat diketahui bahwa dengan adanya peningkatan suhu maka laju korosi akan semakin tinggi, baik pada sampel yang tidak menggunakan inhibitor maupun yang menggunakan inhibitor. Semakin tinggi suhu, semakin cepat reaksi korosi terjadi, meskipun inhibitor dapat menurunkan laju korosi absolut, tren kenaikan laju tetap terjadi seiring naiknya suhu [7].

### B. Parameter Termodinamika

Interaksi antara dan permukaan baja dan molekul inhibitor dapat dipahami dengan menggunakan adsorpsi isoterm. Ada beberapa jenis persamaan isoterm adsorpsi yang sering dijumpai sebagai pola adsorpsi inhibitor korosi. Jika besarnya  $-\Delta G_{ads}$  adalah 20 kJ/mol atau lebih kecil hal ini menunjukkan bahwa interaksi antara inhibitor dan permukaan logam adalah fisisorpsi. Ini berarti bahwa molekul inhibitor terikat menggunakan gaya van der Waals yang pada interaksi ini menghasilkan ikatan yang lemah. Jika besarnya  $-\Delta G_{ads}$  sebesar 40

kJ/mol atau lebih besar menunjukkan bahwa interaksi yang terjadi antara inhibitor dan permukaan logam adalah khemisorpsi membentuk ikatan yang lebih kuat secara kimiawi. [8]. Hasil perhitungan parameter termodinamika pada benda uji yang mendapat variasi temperatur pada larutan HCl 1 M dapat dipelajari pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Parameter termodinamika benda uji pada larutan HCl 1 M

T (K)	C (g)	$\theta$	$K_{ads}$	$\Delta G_{ads}$	$\log K_{ads}$	$\Delta H_{ads}$	$\Delta S_{ads}$
298.15	0.136	0.896	63.34841629	-20.22990196	1.801735762	-10.27880495	0.033376143
308.15	0.136	0.874	51.00373483	-20.35337605	1.707601979	-10.06851761	0.033376143
318.15	0.136	0.733	20.18616435	-18.56331172	1.305053805	-7.944691856	0.033376143

Pada tabel 1 dan hasil perhitungan parameter termodinamika benda uji pada larutan HCl rata-rata  $\Delta G_{ads}$  adalah -19,7 kJ/mol atau lebih kecil dari -20 kJ/mol. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi antara inhibitor ekstra campuran cabe dan tomat busuk dengan permukaan logam adalah fisisorpsi. Adsorpsi secara fisik tersebut merupakan ikatan yang lemah. Pada kenaikan suhu kamar dari 25°C sampai dengan 45°C, diketahui bahwa tidak ada perubahan adsorpsinya. Hasil perhitungan nilai  $\Delta H_{ads}$  yang ditunjukkan pada tabel 1 semakin naik seiring dengan kenaikan suhu larutan HCl. Nilai negatif  $\Delta H_{ads}$  pada masing-masing temperature mengindikasikan bahwa proses adsorpsi inhibitor ekstra campuran cabe dan tomat busuk adalah adsorpsi Isotherm. Nilai  $\Delta S_{ads}$  yang ditunjukkan pada tabel 1 adalah positif. Hal ini menunjukkan bahwa proses korosi berjalan lambat karena keteraturan energy [9].

Hasil perhitungan parameter termodinamika pada benda uji yang mendapat variasi temperatur pada larutan HCl 1 M dapat dipelajari pada tabel 2 berikut ini.

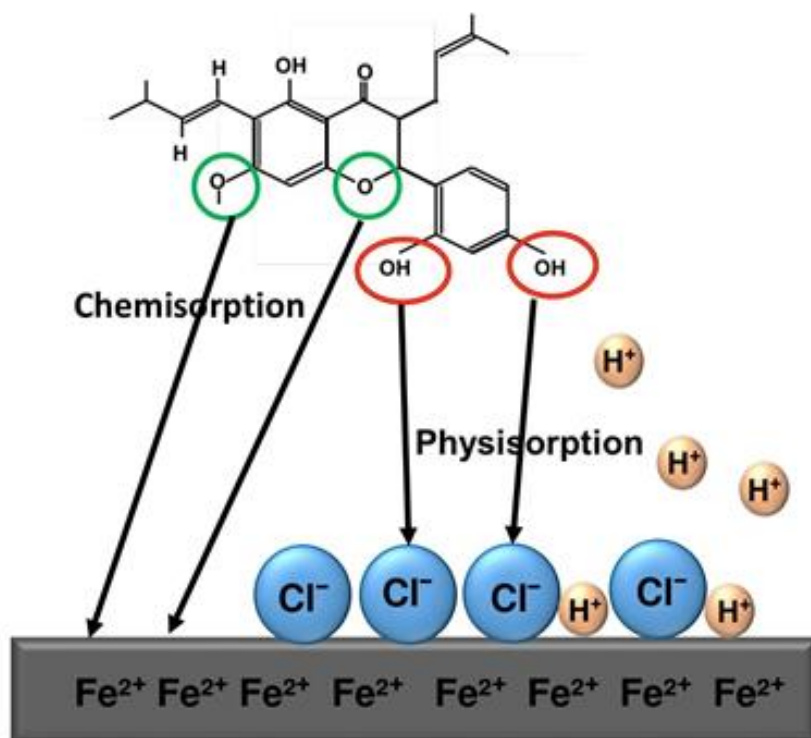
Tabel 1. Parameter termodinamika benda uji pada larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M

T (K)	C (g)	$\theta$	$K_{ads}$	$\Delta G_{ads}$	$\log K_{ads}$	$\Delta H_{ads}$	$\Delta S_{ads}$
298.15	0.136	0.87109	49.68805704	-19.62812289	1.696252015	-9.677025884	0.03337614
308.15	0.136	0.85106	42.01680672	-19.85703257	1.623423043	-9.572174135	0.03337614
318.15	0.136	0.84944	41.48511256	-20.46775828	1.617892273	-9.849138415	0.03337614

Pada tabel 2 dan hasil perhitungan parameter termodinamika benda uji pada larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> lebih kecil dari -20 kJ/mol dan rata-rata  $\Delta G_{ads}$  adalah -19,98 kJ/mol atau lebih kecil dari -20 kJ/mol. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi antara inhibitor ekstra campuran cabe dan tomat busuk dengan permukaan logam adalah fisisorpsi. Adsorpsi secara fisik tersebut merupakan ikatan yang lemah. Pada kenaikan suhu kamar dari 25°C sampai dengan 45°C, diketahui bahwa tidak ada perubahan adsorpsinya. Hasil perhitungan nilai  $\Delta H_{ads}$  yang ditunjukkan pada tabel 2 menunjukkan kestabilan seiring dengan kenaikan suhu larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Nilai negatif  $\Delta H_{ads}$  pada masing-masing temperatur mengindikasikan bahwa proses adsorpsi inhibitor ekstra campuran cabe dan tomat busuk adalah adsorpsi Isotherm. Nilai  $\Delta S_{ads}$  yang ditunjukkan pada tabel 2 adalah positif. Hal ini menunjukkan bahwa proses korosi berjalan lambat karena keteraturan energy [10].

### C. Mekanisme Adsorpsi Inhibitor Organik pada Proteksi didalam Larutan HCl 1M

Adsorpsi inhibitor organik pada permukaan baja dapat terjadi melalui mekanisme fisik, kimia atau keduanya. Berdasarkan hasil polarisasi potensiodinamik dan parameter termodinamika, adsorpsi inhibitor organik pada permukaan baja karbon menunjukkan adsorpsi fisik. Diilustrasikan pada Gambar 2. Ilustrasi ini menggambarkan cara molekul pada inhibitor organik dapat teradsorpsi pada permukaan baja dan mencegah korosi.



Gambar 2. Ilustrasi penghambatan Inhibitor Organik [10]

Pada adsorpsi secara fisika (fisisorpsi), ion klorida yang ada dalam larutan korosif dapat teradsorpsi ke permukaan baja bermuatan positif karena interaksi elektrostatisnya. Zat aktif dalam inhibitor organik, terprotonasi dan bereaksi terhadap ion klorin yang telah diserap pada permukaan baja [10].

#### IV. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Performansi inhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat busuk terhadap laju korosi mild steel 400 dalam larutan HCl 1 M mempunyai efisiensi inhibitor 93 %. Inhibitor ini cukup efektif menahan laju korosi pada larutan HCl.
2. Performansi inhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat busuk terhadap laju korosi mild steel S 400 dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M mempunyai efisiensi inhibitor 57%. Inhibitor ini tidak cukup efektif menahan laju korosi pada larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
3. Parameter termodinamika pada  $\Delta G_{ads}$  inhibitor menunjukkan bahwa interaksi antara inhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat busuk dengan permukaan logam adalah fisisorpsi. Adsorpsi secara fisik tersebut merupakan ikatan yang lemah.
4. Proses adsorpsi ( $\Delta H_{ads}$ ) inhibitor ekstrak campuran cabe dan tomat busuk adalah adsorpsi Isotherm
5. Proses korosi pada mild steel SS400 berjalan lambat karena keteraturan energi..

#### V. Daftar Pustaka

- [1] F. Gapsari, Pengantar Korosi, Malang: UB Press, 2017.
- [2] I. S. N. K. Maulana Fazdri1, "Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camelia sinensis*) Terhadap," vol. 12, 2020.
- [3] N. L. Indrayani, "STUDI PENGARUH EKSTRAK ECENG GONDOK SEBAGAI INHIBITOR KOROSI," vol. 4, 2016.

- [4] Villegas, R. A., Rosa María González-Amaro, R. M. G., Claudia Yuritzí Figueroa-Hernández, C. Y. F., Ingrid Mayanin Rodríguez-Buenfil, I. M. R., :The Genus Capsicum: A Review of Bioactive Properties of Its Polyphenolic and Capsaicinoid Composition.” *Molecules*, vol. 28, 2023
- [5] Bianchi, A. R., Vitale, E., De Clemente, I. M., Vitale, L., Guerretti, V., Palumbo, G., Arena, C., DeMaio, A., “Antioxidant Characterization of Six Tomato Cultivars and Derived Products Destined for Human Consumption” *Antioxidants*, vol. 12, 2023
- [6] Elviana, S., Ibrahim, I., Muarif, A., Zulfazri, Sylvia, N., “Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami dari Ekstrak Kulit Buah Manggis terhadap Laju Korosi Baja St 41.” *Chemical Engineering Journal Storage*, vol. [7] Royani, A.,”Pengaruh Suhu terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah dalam Media Air Laut.” *Jurnal Simetrik*, vol.10, 2020
- [8] Kusumaningrum, I., Soenoko, R., Gapsari, F., Siswanto, E., "Investigation of Artocarpus Heteropyllus peel extract as non-toxic corrosion," *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2022.
- [9] Hu, P., Wu, Z., Wang, J., Huang, Y., Liu, Q., & Zhou, S. F. “Corrosion inhibiting performance and mechanism of protic ionic liquids as green brass inhibitors in nitric acid.” *In Green Energy and Environment* vol. 5, 2020.
- [10] Kusumaningrum, I., Soenoko, R., Gapsari, F., Siswanto, E., "Jackfruit peel extract as environmentally safe inhibitor for carbon steel protection in," *Journal of new material for electrochemical systems*, vol. 25, 2022.