



Pengaruh Variasi Debit Aliran Gas Argon Terhadap Laju Korosi Pada Material *Stainless Steel Austenitic 304* Dengan Larutan $C_6H_8O_7$ (Asam Sitrat)

The Effect of Argon Gas Flow Discharge Variations on Corrosion Rates in Austenitic 304 Stainless Steel Materials with $C_6H_8O_7$ (Citric Acid) Solution

Wisnaningsih^{1✉}, Kemas Muhammad Abdul Fatah², Aditya Kurniawan Saputra³

^{1,2,3}Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, Lampung, Indonesia

✉Corresponding Address: wisnaningsih@ft-saburai.ac.id

Article Info

Article history:

Received: Jan 1st, 2023

Accepted: Feb 1st, 2023

Published: Feb 11th, 2023

Keywords:

Asam Sitrat; Gas Argon; Korosi; Stainless Steel

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju korosi *Stainless Steel 304* yang telah mengalami proses pengelasan TIG dengan variasi debit aliran gas argon terhadap larutan $C_6H_8O_7$. *Stainless Steel (SS)* adalah paduan besi dengan kadar kromium (Cr) minimal 12 persen. Penelitian ini menggunakan suatu metode eksperimen dengan menitikberatkan pada perbandingan laju korosi variasi debit aliran gas argon terhadap larutan $C_6H_8O_7$. (Asam Sitrat). Penelitian dilakukan pada bulan Maret s/d Mei 2022 di PT. Tjokro putra persada. Bahan yang digunakan sebagai spesimen adalah *stainless steel austenit 304*, dengan komposisi: Cr = 18,358 persen, Ni = 8,408 persen, C = 0,047 persen, Fe = 70,47 persen. Hasil penelitian didapat bahwa laju korosi rata-rata pada spesimen I 40A = 1.452,34 gram/dm²/minggu, spesimen II 60A = 1.452,93 gram/dm²/minggu, spesimen III 80A = 1.162,34 gram/dm²/bulan.

Abstract

This study aims to determine the effect of the corrosion rate of Stainless Steel 304 which has undergone the TIG welding process with variations in argon gas flow discharge to $C_6H_8O_7$ solution. Stainless Steel (SS) is an iron alloy with a minimum 12 percent chromium (Cr) content. This study uses an experimental method with an emphasis on the comparison of the corrosion rate of variations in the argon gas flow rate to the $C_6H_8O_7$ solution. (Citric Acid). The research was conducted from March to May 2022 at PT. Tjokro putra persada. The material used as a specimen is austenitic stainless steel 304, with the following composition: Cr = 18.358 percent, Ni = 8.408 percent, C = 0.047 percent, Fe = 70.47 percent. The results showed that the average corrosion rate on specimen I 40A = 1,452.34 gram/dm²/week, specimen II 60A = 1,452.93 gram/dm²/week, specimen III 80A = 1,162.34 gram/dm²/month.

PENDAHULUAN

Stainless steel atau baja tahan karat, disebut sebagai 'logam ajaib' yang ada di sekitar kita[1]. Baja tahan karat (*Stainless Steel*) adalah merupakan baja paduan dengan kadar paduan tinggi (*high alloy steel*)[2] yang memiliki banyak keunggulan terutama

mengenai ketangguhan, keuletan dan ketahanan terhadap korosi. Karena keunggulan tersebut, kebutuhan material stainless dari tahun ke tahun semakin meningkat[3].

Stainless Steel (SS) adalah paduan besi dengan kadar kromium (Cr) minimal 12 %. Komposisi ini membentuk *protective layer*

(lapisan pelindung anti korosi) yang merupakan hasil oksidasi oksigen terhadap krom yang terjadi secara spontan[4–6]. Ketahanan korosi pada baja dipengaruhi oleh unsur paduan yang terkandung di dalamnya seperti nikel (Ni), krom (Cr), dan mangan (Mn). Ketiga unsur tersebut akan berdampak pada sifat ketahanan korosi[7]. Tentunya harus dibedakan mekanisme *protective layer* ini bila dibandingkan dengan baja yang dilindungi dengan *coating* (misal seng dan cadmium) ataupun cat.

Stainless steel merupakan baja paduan, dimana terdapat unsur-unsur paduan didalamnya yang mempunyai keunggulan masing-masing[8]. Meskipun seluruh kategori stainless steel didasarkan pada kandungan krom, namun unsur paduan lainnya dapat ditambahkan untuk memperbaiki sifat-sifat stainless steel sesuai penggunaannya. Kategori stainless steel berbeda dengan baja lain yang didasarkan pada prosentase kadar karbon, tetapi didasarkan pada struktur metalurginya[6].

Stainless Steel (SS) secara mendasar bukanlah logam mulia seperti halnya emas (Au) & Platina (Pt) yang hampir tidak mengalami korosi karena pengaruh kondisi lingkungan, sementara SS masih mengalami korosi. Daya tahan korosi SS disebabkan lapisan yang tidak terlihat (*invisible layer*) yang terjadi akibat oksidasi SS dengan oksigen yang akhirnya membentuk lapisan pelindung anti korosi (*protective layer*)[9–10]. Sumber oksigen bisa berasal dari udara maupun air. Material lain yang memiliki sifat sejenis antara lain Titanium (Ti) dan juga Aluminium (Al).

Dalam penggunaannya, stainless steel selain dibutuhkan sebagai logam yang tahan terhadap korosi juga dibutuhkan sifat tambahan guna meningkatkan sifat mekaniknya. Peningkatan sifat mekanik ini tergantung pada sejumlah unsur yang terkandung dalam paduan stainless steel.

Secara umum *protective layer* terbentuk dari reaksi kromium + oksigen secara spontan membentuk kromiumoksida. Jika lapisan oksida stainless steel tergores/terkelupas, maka *protective layer*

akan segera terbentuk secara spontan, tentunya jika kondisi lingkungan cukup mengandung oksigen. Walaupun demikian kondisi lingkungan tetap menjadi penyebab kerusakan *protective layer* tersebut. Pada keadaan dimana *protective layer* tidak dapat lagi terbentuk, maka korosi akan terjadi. Banyak media yang dapat menjadi penyebab korosi, seperti halnya udara, cairan/larutan yang bersifat asam/basa, gas-gas proses (misal gas asap hasil buangan ruang bakar atau reaksi kimia lainnya), logam yang berlainan jenis dan saling berhubungan dan sebagainya[9–10].

SS-304 adalah stainless steel yang paling umum digunakan[11]. Baja Tahan Karat (Stainless steel) 304 sangat cocok untuk industri makanan karena dirasa cukup mampu untuk menahan terjadinya korosi dalam kurun waktu yang cukup lama. Kemampuan tahan karat diperoleh dari terbentuknya lapisan film oksida Kromium, dimana lapisan oksida ini menghalangi proses oksidasi besi (Ferum). Tentunya harus dibedakan mekanisme *protective layer* ini dibandingkan baja yang dilindungi dengan *coating* (misal Seng dan Cadmium) ataupun cat. Baja tahan karat atau lebih dikenal dengan Stainless Steel adalah senyawa besi yang mengandung setidaknya 10,5% Kromium untuk mencegah proses korosi (pengkaratan logam). Komposisi ini membentuk *protective layer* (lapisan pelindung anti korosi) yang merupakan hasil oksidasi oksigen terhadap Krom yang terjadi secara spontan[12].

Unit proses dalam sintesis pangan diarahkan dengan produktivitas tinggi dan efisiensi yang tinggi guna bersaing di pasar nasional maupun internasional. Produk pangan wajib memenuhi standar SNI dan standar internasional. Unit proses dalam sintesis pangan merupakan transformasi kimia yang mengonversi bahan baku pangan menjadi produk pangan. Alat dan mesin dalam sistem rantai pangan yang digunakan berbasis pada bahan konstruksi stainless steel 304 dan 316 untuk memproses bahan baku pangan menjadi produk pangan siap santap.

Alat dan mesin pangan diarahkan penggunaannya fleksibel dan serba guna untuk memenuhi berbagai ragam produk pangan yang diinginkan oleh konsumen. Tarikan pasar produk pangan menjadi pertimbangan utama dan pertama dalam mengembangkan alat dan mesin pangan. Dalam proses produksi, maka industri pangan menggunakan teknologi tepat guna, teknologi madya dan teknologi canggih dan modern yang kesemuanya diperlukan alat dan mesin industri pangan.

Dalam sistem rantai pangan mampu meminimalkan biaya produksi pangan, meningkatkan produksi pangan, memaksimalkan tersedianya produk pangan baik jangka pendek maupun jangka panjang bagi konsumen, mampu menyerap tenaga kerja baik cendekia maupun profesional sekaligus meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional. Teknologi tepat guna bidang pangan berbasis hasil penelitian dan pengembangan akan mampu memperkokoh dunia industri pangan di Indonesia. Pada hasil penelitian yang ditemukan adalah penemuan ilmiah. Penemuan ilmiah yang pertama kali digunakan dalam industri pangan merupakan inovasi proses dan alat serta mesin industri pangan.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Larutan $C_6H_8O_7$ terhadap laju korosi Stainless Steel 304 yang telah mengalami proses pengelasan TIG dengan variasi debit aliran gas argon.

METODE

Penelitian ini menggunakan suatu metode eksperimen dengan menitikberatkan pada perbandingan laju korosi variasi debit aliran gas argon terhadap larutan $C_6H_8O_7$ (Asam Sitrat). Penelitian dilakukan pada bulan Maret s/d Mei 2022 di PT. Tjokro putra persada. Bahan yang digunakan sebagai spesimen adalah stainless steel austenit 304, dengan komposisi : Cr = 18,358 %, Ni = 8,408 %, C = 0,047 %, Fe = 70,47 %



Gambar 1. Spesimen Benda Uji

Alat yang digunakan adalah Trafo las TIG (*Tungstand Inert Gas*) dan *Inert Gas Supply*. Trafo las TIG (*Tungstand Inert Gas*) merupakan sumber energi yang digunakan untuk menyalakan busur listrik dalam pengelasan TIG / GTAW. Listrik yang berasal dari stop kontak dirubah oleh rangkaian transformer step up sehingga memiliki tegangan dan arus listrik yang cukup tinggi untuk digunakan dalam proses pengelasan. Sedangkan *Inert Gas Supply* adalah tabung silinder yang berisi gas mulia (inert) yang digunakan untuk mensuplai kebutuhan gas pelindung kawat las.

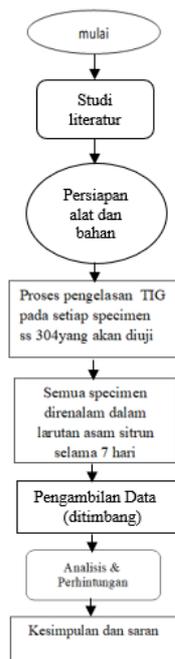


Gambar 2. Gran Moisture Meter MD7822



Gambar 3. Gran Moisture Meter MD7822

Untuk lebih jelasnya, berikut alur penelitian yang dilakukan.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Laju korosi merupakan suatu besaran yang menyatakan cepat atau lambat suatu material bereaksi dengan lingkungannya dan mengalami korosi[7]. Laju korosi diperoleh dari konversi rumus kelajuan benda sebagai berikut:

$$\text{Laju korosi} = \frac{\Delta y}{\frac{L}{t}}$$

Tabel 1. Komposisi Bahan Yang Digunakan

Stainless Steel	Jenis Gas	Jumlah tekanan Gas (mmhg)	Aliran Listrik (A)	bahan kimia	Cairan Larutan
304	AR	5	40 A	asam sitrad acid	7
		10	60 A		
		15	80 A		

Stainless Steel Yang Mengalami Pengelasan TIG (Benda Uji I)

Benda uji (spesimen) I ini, sebelumnya pernah mengalami perendaman dalam larutan C₆H₈O₇ pH 1 selama 1 Minggu.



Gambar 4. Plat Stainless Steel

Dengan :

Δy = Besarnya perubahan

t = Waktu

L = Luas Permukaan

Dalam persoalan ini digunakan Δy dengan satuan gram dan waktu dihitung dalam satuan Jam. Hal ini dikarenakan untuk mempermudah pengamatan. Dalam penelitian ini benda uji dicelupkan kedalam larutan C₆H₈O₇. Hal ini untuk mendekatkan pada keadaan sebenarnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Material yang di uji adalah stainless steel 304 L dengan dilakukan proses pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gass*) dengan fariasi tekanan Gas argon dan fariasi arus listrik. Setelah proses tersebut dilakukan proses perenda,man pada larutan Asam sitrad, Tujuan dari penelitian ini efektifitas dari fariasi tekanan aliran gas dan besaran amper.

Komposisi Bahan yang Digunakan

Sebelum Melakukan penelitian, material yang akan digunakan sebagai berikut :



Gambar 5. Plat Stainless Steel sudah di las

Berikut data spesimen (Benda Uji I):

Tabel 2. Data Spesimen (Benda Uji I)

No	Data	Ukuran
1	Tebal Benda Uji	1,2 mm

2	Tebal Benda Uji Dengan Las	1,6 mm
3	Berat Mula-mula	60 gram
4	Panjang Benda Uji	103,7 mm
5	Lebar Benda Uji	56 mm

Laju Korosi Sampel 3

Berat mula-mula	= 63 gram
Berat sesudah pengujian	= 55 gram
Waktu	= 1 minggu

Maka diperoleh,

$$\Delta y = \text{Berat mula-mula} - \text{Berat sesudah pengujian}$$

$$= 63 \text{ gram} - 55 \text{ gram} = 8 \text{ gram}$$

Hasil Uji Korosi

Hasil selisih berat material akan menyimpulkan hasil berapa besar laju korosi, dalam hal ini laju korosi yang diteliti adalah Baja SS 304 yang dilakukan proses lasan, dengan variasi arus, yaitu 40A, 60A, dan 80A serta media korosif adalah larutan Asam Sitrad. Percobaan dilakukan selama 7 hari 168 jam. Hasil Uji korosi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Ketebalan Luas Uji

Dalam penelitian ini benda uji dicelupkan kedalam larutan C₆H₈O₇ pH 0,5 dengan suhu 23-25°C selama 168 jam atau 7 hari. Hal ini untuk mendekati pada keadaan sebenarnya.

$$\text{Luas spesimen I} = \text{luas I} + \text{luas II} + \text{luas III}$$

$$\text{Luas I} = 103,7 \text{ mm} \times 56 \text{ mm} = 5.807,2 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas II} = 103,7 \text{ mm} \times 56 \text{ mm} = 5.807,2 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas III} = 103,7 \text{ mm} \times 56 \text{ mm} = 5.807,2 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas spesimen I} = (\text{luas I} + \text{luas II} + \text{luas III}) = (5.807,2 \text{ mm}^2 + 5.807,2 \text{ mm}^2 + 5.807,2 \text{ mm}^2) = 17.421,6 \text{ mm}^2$$

Dari data di atas, diperoleh :

Laju Korosi Sampel 1

Berat mula-mula	= 61 gram
Berat sesudah pengujian	= 53 gram
Waktu	= 1 minggu

Maka diperoleh,

$$\Delta y = \text{Berat mula-mula} - \text{Berat sesudah pengujian}$$

$$= 61 \text{ gram} - 53 \text{ gram} = 8 \text{ gram}$$

Laju Korosi Sampel 2

Berat mula-mula	= 63 gram
Berat sesudah pengujian	= 53 gram
Waktu	= 1 minggu

Maka diperoleh,

$$\Delta y = \text{Berat mula-mula} - \text{Berat sesudah pengujian}$$

$$= 63 \text{ gram} - 53 \text{ gram} = 10 \text{ gram}$$



Gambar 7. Hasil Proses Korosi

Proses dilakukan dilakukan selama 168 jam terhadap setiap spesimen. Dan suhu 23-25°C dijaga agar tetap konstan. Penambahan hasil korosi dari hasil gambar 7 dapat dihitung laju korosinya dengan menggunakan persamaan $CR = \frac{k.m}{a.t.p} \frac{(mpy)}{(mmpy)}$.

Keterangan:

CR = Laju korosi

K = Konstanta (3.45 x 10⁶ mpy)

M = Berat yang dihitung (gram)

A = Luas sampel yang terendam (cm²)

T = Waktu perendaman (jam)

Laju Korosi 40A

$$CR = \frac{3.45 \cdot 10^6 \cdot 8}{19.1 \cdot 168 \cdot 7.4}$$

$$CR = \frac{27.600.000}{23.745.12}$$

$$CR = 1.452,34$$

Laju Korosi 60A

$$CR = \frac{3.45 \cdot 10^6 \cdot 10}{19.1 \cdot 168 \cdot 7.4}$$

$$CR = \frac{34.500.000}{23.745.12}$$

$$CR = 1.452,93$$

Laju Korosi 80A

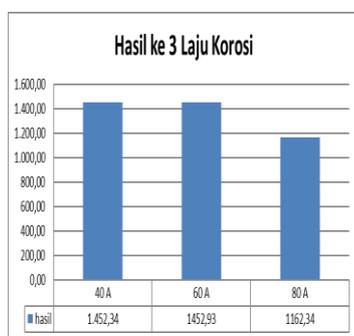
$$CR = \frac{3.45 \cdot 10^6 \cdot 8}{19.1.168.7.4}$$

$$CR = \frac{27.600.000}{23.745.12}$$

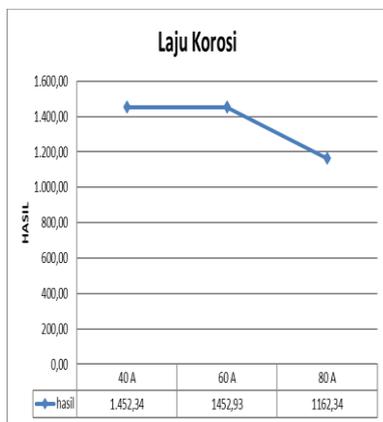
$$CR = 1.162,34$$

Tabel 3. Laju Korosi

Laju Korosi	Hasil
40A	1452,34
60A	1452,93
80A	1162,34



Gambar 8. Hasil ke 3 Laju Korosi

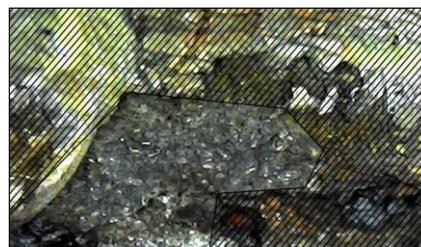


Gambar 9. Grafik Laju Reaksi



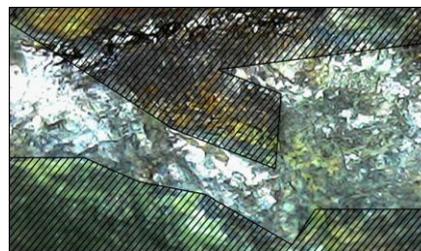
Gambar 10. Hasil uji menggunakan spesimen 1 menggunakan microscop digital

Dapat dilihat dari gambar 10, spesimen 1 yang tidak terdampak korosi adalah Area : 517485,1785 m² dan Perimeter : 3481,9851 m² sedangkan spesimen 1 yang terdampak korosi adalah Area : 743837,4562 m² dan Perimeter 7744,2949 m². Oleh karena itu, area yang tidak terdampak korosi adalah 2,4%.



Gambar 11. Hasil uji menggunakan spesimen 2 menggunakan microscop digital

Dapat dilihat dari gambar 11, spesimen 2 yang tidak terdampak korosi adalah Area : 404010,2276 m² dan Perimeter : 2943,7795 m² sedangkan spesimen 2 yang terdampak korosi adalah Area : 862672,9218 m² dan Perimeter 5981,1497 m². Oleh karena itu, area yang tidak terdampak korosi adalah 3,1%.



Gambar 12. Hasil uji menggunakan spesimen 3 menggunakan microscop digital

Dapat dilihat dari gambar 12, spesimen 3 yang tidak terdampak korosi adalah Area : 572904,1711 m² dan Perimeter : 4893,0701 m² sedangkan spesimen 3 yang terdampak korosi adalah Area : 297465,3751 m² dan Perimeter 3787,0895 m². Oleh karena itu, area yang tidak terdampak korosi adalah 2,2%.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pada spesimen I, II dan III, laju korosi rata-rata pada spesimen I 40A = 1.452,34

gram/dm²/minggu, spesimen II 60A = 1.452,93 gram/dm²/minggu, spesimen III 80A = 1.162,34 gram/dm²/bulan. Ketiga spesimen tersebut direndam dalam larutan C₆H₈O₇ pH 0,5. Pengelasan TIG yang dilakukan pada spesimen I II dan III ternyata tidak merusak Stainless Steel, sehingga tetap tahan terhadap korosi dalam larutan asam.

Saran yang dapat diberikan terkait hasil analisis di atas adalah setiap perusahaan harus memiliki tenaga ahli *engineer* untuk melakukan standarisasi yang sesuai dengan ISO 22000. Agar setiap peralatan produksi yang bersentuhan langsung dengan makanan atau minuman dijamin keamanan serta kesehatan untuk konsumen.

REFERENSI

- [1] N. Kholis and H. Purwanto, "Analisis pengaruh Variasi Tempering Terhadap Kekerasan Dan Metalografi Pada Stainless Steel Sebagai Material Alat Kesehatan," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 2022, pp. 131–137.
- [2] Y. Yunus and M. Novri, "Sifat Mekanik Mikro Sambungan Las Baja Tahan Karat AISI 304," *Widya Eksakta*, vol. 1, no. I, pp. 7–11, 2013.
- [3] N. S. Pratama, S. S. Dahda, and E. Ismiyah, "Pengaplikasian Metode Goal Programming Pada Perencanaan Produksi Stainless Steel (Studi kasus: PT. Jindal Stainless Indonesia)," *JUSTI (Jurnal Sist. dan Tek. Ind.)*, vol. 1, no. 1, pp. 111–117, 2020.
- [4] M. Nasir and H. Rafianto, "Pengaruh Penambahan Sponge Steel Pada Saringan Knalpot Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah," *Ranah Res. J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 1, no. 4, pp. 729–737, 2019.
- [5] I. N. Anggraini, W. S. Nugroho, R. S. Rinaldi, and A. Herawati, "Analisis Pengaruh Tegangan Terhadap Karakteristik Kerja Sel Electrolyzer Dengan Variasi Bahan Elektroda," *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. ELEKTRO DAN Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 9–15, 2019.
- [6] D. A. A. Ritonga and M. Idris, "Karakteristik Bahan Steel 304 Terhadap Kekuatan Impak Benda Jatuh Bebas," *WAHANA Inov. Vol. 6 No*, vol. 2, pp. 208–215, 2017.
- [7] A. J. Sinaga and C. Manurung, "Analisa Laju Korosi dan Kekerasan Pada Stainless Steel 316 L Dalam Larutan 10 % NaCl Dengan Variasi Waktu Perendaman," *Sprocket J. Mech. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 92–99, 2020, doi: 10.36655/sprocket.v1i2.186.
- [8] E. Gunawan, "Pengaruh Temperatur Pada Proses Perlakuan Panas Baja Tahan Karat Martensitik Aisi 431 Terhadap Laju Korosi Dan Struktur Mikro," *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 1, no. 1, p. 55, 2017, doi: 10.51804/tesj.v1i1.69.55-66.
- [9] S. H. Siahaan, "Kajian Laju Korosi terhadap Stainless Steel Dalam Laurant HNO₃," *J. Taguchi J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 108–132, 2021, [Online]. Available: <https://taguchi.ippmbinabangsa.id/index.php/home>.
- [10] N. B. Budiarti, Y. N. Fanani, and I. Utami, "Pengendalian Laju Korosi Pada Plat Stainless Steel 304 Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Pepaya dan Daun Bawang dalam Lingkungan NaCl 3,5%," *ChemPro*, vol. 2, no. 01, pp. 48–52, 2021, doi: 10.33005/chempro.v2i01.89.
- [11] Y. Pusvyta and R. Afriany, "Perancangan Alat Pemindah Masakan Yang Aman: Kajian Material," *Teknika*, vol. 1, no. 1, pp. 14–25, 2014.
- [12] B. Widodo, A. Subardi, and G. S. Yasa, "Analisa Hasil Lasan Stud Welding Pada Baja AISI 304 dan Baja XW 42 Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan," *Pros. SENIATI*, vol. 2, no. 1, pp. 50-A, 2016.