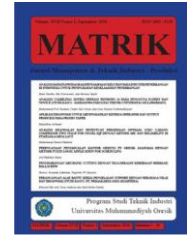




# MATRIK

## Jurnal Manajemen dan Teknik Industri- Produksi

Journal homepage: <http://www.journal.umg.ac.id/index.php/matriks>



## Penyisihan Kadar Fe dan Cl Menggunakan Carbon Teraktivasi di Desa Kemudi Gresik

Zainal Mustakim<sup>1\*</sup>, Choirul Anam<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik  
Jl. Sumatera 101, Gresik Kota Baru, Gresik, Jawa Timur, Indonesia  
[zainalmustakim@umg.ac.id](mailto:zainalmustakim@umg.ac.id)<sup>1\*</sup>, [choirul190606@umg.ac.id](mailto:choirul190606@umg.ac.id)<sup>2</sup>

### INFO ARTIKEL

#### **Jejak Artikel :**

*Upload artikel*  
15 Agustus 2021  
*Revisi*  
05 September 2021  
*Publish*  
30 September 2021

#### **Kata Kunci :**

*Adsorpsi, Besi (Fe), Carbon  
Teraktivasi, Klorida (Cl)*

### ABSTRAK

Keberadaan air bersih merupakan salah satu unsur penting yang sangat dibutuhkan untuk kehidupan. Tingginya kadar Fe dan Cl di Desa Kemudi disebabkan karena letaknya yang berdekatan dengan pesisir pantai sehingga masyarakat di daerah ini kesulitan mendapatkan akses air bersih. Tujuan penelitian ini adalah menentukan efektivitas penyisihan kadar Fe dan Cl menggunakan adsorben carbon teraktivasi dan carbon non aktivasi di Desa Kemudi Gresik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode adsorpsi menggunakan carbon teraktivasi. Carbon teraktivasi memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap Fe yaitu sebesar 90,07% pada suhu 30°C. Penjerapan Cl belum maksimal menggunakan carbon teraktivasi yaitu sebesar 14,73% pada suhu 50°C.



## 1. Pendahuluan

Keberadaan air bersih merupakan salah satu unsur penting yang sangat dibutuhkan untuk kehidupan. Air minum yang memiliki kriteria sehat dan aman adalah faktor yang sangat penting bagi kesehatan. Kebutuhan terhadap air yang sehat dan aman harus terus diupayakan untuk mendukung target tercapainya kesehatan yang merata bagi seluruh warga negara khususnya Indonesia. Meskipun demikian, karena kondisi geologis dan aktivitas antropogenik yang ada pada suatu wilayah menyebabkan terjadinya kontaminasi terhadap sumber-sumber air bersih. Beberapa wilayah di Indonesia memiliki komponen yang mudah larut ke dalam sumber-sumber air, diantaranya besi (Fe) dan klorida (Cl).

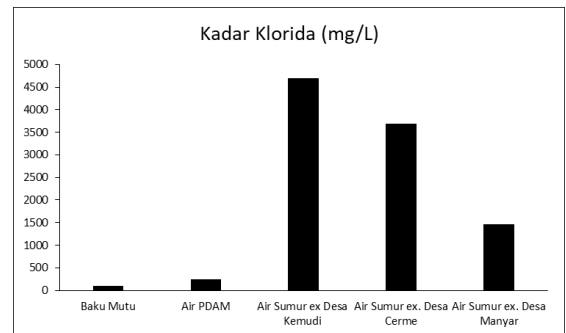
Besi (Fe) memiliki potensi mengkontaminasi air dengan merubah warna air menjadi kekuningan. Tingginya kadar Fe dalam air akan mempengaruhi kualitas dari air tersebut khususnya penampakan secara visual air. Selain warna, Fe juga bisa menyebabkan bau dan rasa yang tidak enak serta gangguan kesehatan seperti mual, merusak dinding usus, iritasi mata dan kulit [1]. Selain Fe, bahan pencemar lainnya adalah klorida (Cl).

Daerah pesisir Gresik memiliki kandungan Cl yang tinggi sehingga menyebabkan air di daerah tersebut akan berasa asin [2]. Tingginya kandungan Cl pada air dapat meningkatkan korosivitas air sehingga bisa menyebabkan kerusakan alat-alat dan pipa yang terbuat dari logam. Selain itu, bisa juga mengganggu kesehatan manusia dan makhluk hidup lain ketika dikonsumsi langsung [3]. Hal ini menyebabkan sulitnya masyarakat mendapatkan air bersih untuk keperluan air minum karena harus dilakukan penyulingan air terlebih dahulu.

Kandungan kadar Fe pada sampel air memiliki konsentrasi 1,024 mg/L dan kandungan Cl sebesar 9.128 mg/L. Hal ini jauh dari standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah sesuai dengan Permenkes No.

492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu sebesar 0,3 mg/L untuk Fe dan 250 mg/L untuk Cl.

Kandungan kadar Cl pada beberapa daerah di Gresik dapat dilihat pada Gambar 1. Tingginya kadar Cl di Desa Kemudi disebabkan karena letaknya yang berdekatan dengan pesisir pantai sehingga masyarakat di daerah ini kesulitan mendapatkan akses air bersih.



**Gambar 1.** Kandungan Cl di beberapa daerah di Gresik

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan efektivitas penyisihan kadar Fe dan Cl menggunakan adsorben carbon teraktivasi dan carbon non aktivasi di Desa Kemudi Gresik. Hal ini dilakukan sebagai salah satu cara untuk mendapatkan air bersih di desa tersebut sehingga sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Metode adsorpsi merupakan metode yang paling banyak digunakan di masyarakat dibanding metode lainnya dalam proses penyisihan partikel yang tidak diinginkan, selain memiliki biaya operasional yang murah juga mudah dalam pelaksanaannya. Jumlah adsorbat yang terjerap pada permukaan adsorben diantaranya disebabkan oleh karakteristik, konsentrasi serta temperatur dari larutan adsorbat tersebut. Karakteristik adsorbat seperti struktur molekul, berat molekul, tingkat kelarutan, pH, luas permukaan, dan polaritas merupakan hal penting yang harus diperhatikan dalam proses adsorpsi. Pada umumnya, jumlah adsorbat yang terjerap dapat ditentukan dan merupakan fungsi dari konsentrasi pada temperatur konstan dengan menggunakan rumus [4]:

$$\% \text{Adsorpsi} = \frac{(C_o - C_a) \times 100\%}{C_o}$$

dimana :

$C_o$  = konsentrasi awal, mg/L

$C_a$  = konsentrasi pada T tertentu, mg/L

Konsentrasi awal larutan yang mengandung ion Cl mempengaruhi efisiensi penyisihan (*removal*) akibat gabungan beberapa faktor, seperti tersedianya gugus-gugus fungsi spesifik pada permukaan adsorben yang mampu mengikat ion Cl dan jumlah ion Cl yang ada pada fasa larutan [5]. Ketidakseimbangan antara jumlah ion yang berada pada keduanya akan mempengaruhi jumlah dan kecepatan penjerapan ion Cl oleh adsorben. Meskipun demikian, tingginya konsentrasi awal ion dapat juga menjadi *driving force* untuk mengatasi tahanan yang terjadi pada saat perpindahan massa ion interface antara fasa larutan (*aqueous*) dengan fasa padatan [6].

## 2. Metode Penelitian

Metode dan tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini dapat dideskripsikan sebagai berikut:

### 2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas (*glassware*), erlenmeyer, alu lumpang, furnace, *magnetic stirrer*, ayakan ukuran 60 mesh, termometer, desikator, neraca digital analitik dan spektrophotometer. Bahan yang digunakan adalah carbon komersil dan air yang berasal dari sumur yang diambil dari kecamatan Duduk Sampeyan, Gresik, Jawa Timur.

### 2.2. Preparasi Media Adsorben

Carbon ditumbuk menggunakan alu dan lumping kemudian diayak dengan ukuran 60 mesh. Selanjutnya carbon diaktivasi secara fisika dengan menggunakan furnace pada suhu 400°C selama 30 menit kemudian dimasukkan ke dalam desikator [7].

### 2.3. Prosedur Penelitian

Sebanyak 700 mL air sampel dimasukkan ke dalam gelas beker dan ditambahkan 20 gram carbon non aktivasi sambil diaduk dengan kecepatan 300 rpm dengan waktu kontak 60 menit. Larutan tersebut dipanaskan hingga suhu kontak mencapai 30°C, 40°C, dan

50°C. Lakukan hal yang sama pada carbon teraktivasi.

### 2.4. Uji Kandungan Fe

Sampel uji sebanyak 50 mL dimasukkan kedalam Erlenmeyer, kemudian tambahkan 2 mL HCl 37% dan 1 mL hydroxylamine 10%. Kemudian didihkan larutan tersebut hingga terjadi penyusutan volume  $\pm 20$  mL, selanjutnya angkat dan dinginkan larutan tersebut. Larutan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan 10 mL buffer asetat serta 4 mL ortho phenantroline. Larutan didiamkan selama 5 menit, kemudian ditambahkan aquadest hingga tanda batas tera. Kemudian lakukan pembacaan menggunakan spektro pada absorbansi 510 nm. Untuk membuat larutan standard kurva Fe, ambil dari larutan standar Fe 10 mg/L. Kemudian tentukan nilai persamaan regresi linier sehingga kandungan Fe dalam larutan sampel dapat dihitung.

### 2.5. Uji Kandungan Cl

Sebanyak 2,5 mL sampel uji dimasukkan kedalam Erlenmeyer. Kemudian tambahkan 20 mL aquadest dan 0,5 mL indikator  $K_2CrO_4$  5%. Titrasi dengan  $AgNO_3$  0,05 N yang telah dilakukan standarisasi. Kemudian perhatikan perubahan warna yang terjadi yaitu dari kuning menjadi merah bata. Lakukan hal sama untuk penetapan blanko menggunakan aquadest. Rumus perhitungan kadar klorida [8] :

$$\%Cl = \frac{(A - B) \times N \times 35,45 \times 100\%}{V \times 1.000}$$

dimana :

A = volume titrasi  $AgNO_3$  untuk blanko, mL

B = volume titrasi  $AgNO_3$  untuk sampel, mL

N = Normalitas  $AgNO_3$

V = volume sampel, mL

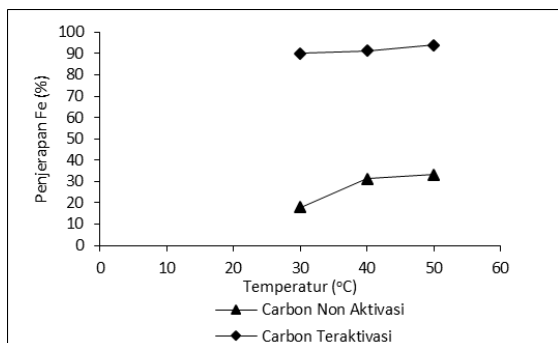
35,45= miliequivalen berat Cl

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Penurunan Kadar Fe

Penyisihan kadar Fe menggunakan carbon teraktivasi dapat dilihat pada Gambar 2. Tingginya penyisihan kadar Fe menggunakan carbon teraktivasi mencapai lebih dari 90%. Hal ini disebabkan karena carbon teraktivasi memiliki luas permukaan pori-pori yang lebih besar daripada carbon non aktivasi sehingga dapat menjerap lebih banyak Fe [9]. Peningkatan suhu kontak membantu

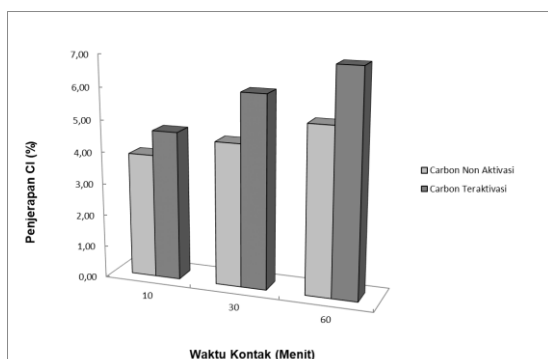
mempercepat proses kontak antara adsorbat (Fe) dan adsorben (carbon teraktivasi) sehingga meningkatkan persentase penjerapan Fe. Hasil penjerapan Fe pada suhu 30°C menggunakan carbon teraktivasi mencapai 0,102 mg/L. Hasil ini sudah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan.



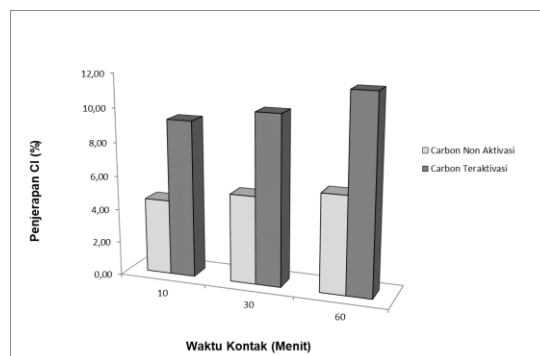
**Gambar 2.** Persentase Penjerapan Fe Terhadap Temperatur

### 3.2. Penurunan Kadar Cl

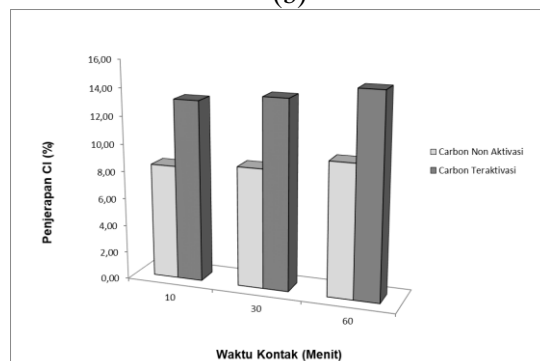
Penjerapan kandungan Cl semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan bertambahnya waktu, semakin banyak partikel-partikel Cl yang kontak dengan permukaan adsorben sehingga meningkatkan persentase penjerapan Cl [10]. Peningkatan penjerapan Cl menggunakan carbon teraktivasi maupun carbon non aktivasi pada berbagai waktu menunjukkan trend yang hampir sama baik pada suhu 30°C, 40°C maupun 50°C seperti terlihat pada Gambar 3.



(a)



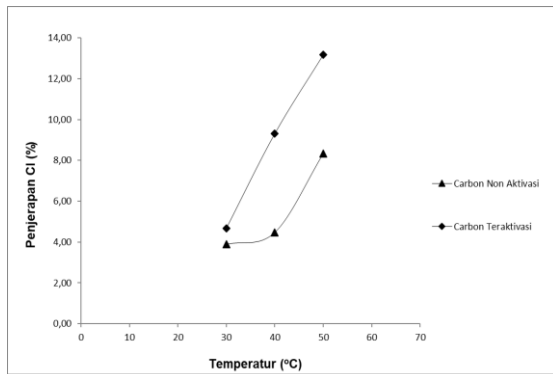
(b)



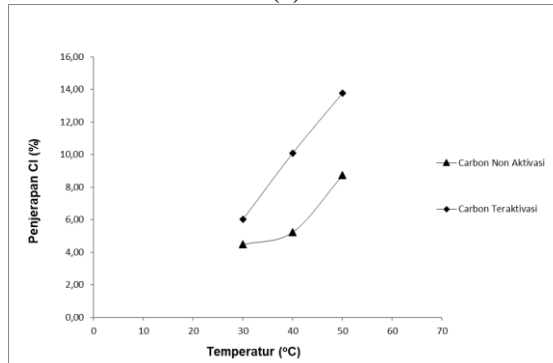
(c)

**Gambar 3.** Persentase Penjerapan Cl Terhadap Waktu (a) 30°C (b) 40°C (c) 50°C

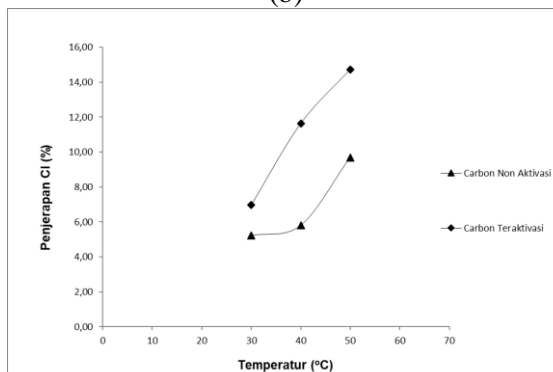
Trend peningkatan penjerapan Cl menggunakan carbon teraktivasi terlihat sangat jelas pada Gambar 4. Penjerapan Cl menggunakan carbon non aktivasi pada suhu 30°C ke suhu 40°C tidak terlalu signifikan, hal ini disebabkan karena peningkatan pada suhu tersebut tidak memberikan energi yang cukup bagi carbon untuk menyerap banyak Cl dikarenakan masih adanya pengotor yang ada di permukaan carbon sehingga penjerapan tidak maksimal. Peningkatan penjerapan Cl pada berbagai temperatur pada 10 menit, 30 menit dan 60 menit memiliki trend yang sama baik pada carbon teraktivasi maupun carbon non aktivasi. Namun penjerapan Cl pada carbon teraktivasi memiliki nilai yang lebih tinggi daripada carbon non aktivasi. Peningkatan suhu dapat memperluas kontak antara adsorben dan adsorbat karena adanya sirkulasi pada media kontak sehingga adsorbat dapat terjerap lebih banyak pada carbon teraktivasi [11]. Hal ini karena carbon teraktivasi mempunyai luas permukaan yang besar daripada carbon non aktivasi [12]. Hal ini mengindikasikan jenis reaksi yang terjadi adalah endoterm [13].



(a)



(b)



(c)

**Gambar 4.** Persentase Penjerapan Cl Terhadap Temperatur (a) 10 menit (b) 30 menit (c) 60 menit

Peningkatan suhu kontak dapat meningkatkan mobilitas partikel Cl sehingga dapat dengan mudah mencapai permukaan adsorben. Penjerapan Cl menggunakan adsorben carbon teraktivasi pada suhu 50°C mencapai 14,73%. Dengan konsentrasi awal Cl sebesar 9.128,38 mg/L, adsorben carbon teraktivasi belum mampu menurunkan kadar Cl sesuai baku mutu yang ditetapkan pemerintah yaitu sebesar 250 mg/L [14]. Proses adsorpsi Cl membutuhkan proses pertukaran ion (*ion exchange*) [15] sehingga carbon teraktivasi belum mampu untuk menjerap banyak ion Cl dari larutan [16].

### 3. Kesimpulan dan Saran

Carbon teraktivasi memiliki kemampuan yang lebih baik daripada carbon non aktivasi dalam menjerap Fe yaitu sebesar 90,07% pada suhu 30°C. Hasil ini memberikan nilai Fe sebesar 0,102 mg/L dan sudah memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan.

Penjerapan Cl belum maksimal menggunakan carbon non aktivasi maupun carbon teraktivasi. Pada suhu 50°C dan waktu 60 menit, kadar Cl yang terjerap menggunakan carbon teraktivasi sebesar 14,73% atau memiliki kandungan Cl sebesar 7.783 mg/L. Kondisi ini jauh dari standar baku mutu yang telah ditetapkan sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk meningkatkan penjerapan Cl dalam larutan.

Salah satu metode yang bisa digunakan adalah metode pertukaran ion (*ion exchange*) agar ion Cl dapat dipindahkan dengan mudah dari larutan sehingga diperoleh air dengan kadar Cl yang memenuhi standar baku mutu.

### 4. Daftar Pustaka

- [1] S. S. Dhimas Firmansyah A, Bambang Yulianto, “Studi Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Dalam Air, Sedimen dan Jaringan Lunak Kerang Darah (Anadara Granosa Linn) di Sungai Morosari dan Sungai Gonjol Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak,” vol. 2, no. 2, pp. 45–54, 2013.
- [2] A. Syamsuddin S, “PENGARUH PENGGUNAAN KARBON AKTIF AMPAS TEBU DALAM MENURUNKAN KADAR SALINITAS PADA AIR PAYAU,” *J. Sulolipu Media Komun. Sivitas Akad. dan Masy.*, vol. 20, no. 1, pp. 118–124, 2020.
- [3] I. W. P. A. Pratama, I. M. O. A. Parwata, and P. G. Subhaktiyasa, “Analysis Of Chloride Content In Dug Well Water In Banjar Telaga, Kutampi Kaler Village, Nusa Penida District, Klungkung Regency With Argentometric Titration,” *Bali Med. J.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, 2017, doi: 10.36376/bmj.v4i1.51.
- [4] Z. Mustakim, F. Y. Purwaningtyas, E. B. Leksono, Sarto, and A. Prasetya, “Optimization condition of fluoride adsorption using activated clay,” *IOP*

- Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012009.
- [5] G. N, "Defluoridation of Groundwater using Low Cost Adsorbent like Bagasse Dust, Aluminium Treated Bagasse Flyash, Bone Powder and Shell Powder," *Bonfring Int. J. Ind. Eng. Manag. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 72–75, 2014, doi: 10.9756/bijiems.10299.
- [6] D. of water using adsorbents-A. concise review N., "Defluoridation of water using adsorbents - A concise review N.," *J. Environ. Biotechnol. Res.*, vol. 6, no. 1, pp. 186–198, 2017.
- [7] Z. Mustakim, A. Prasetya, and Sarto, "Fluoride removal from wastewater using activated clay: A study kinetics and isotherm adsorption," in *AIP Conference Proceedings*, 2019, vol. 2085, doi: 10.1063/1.5094997.
- [8] Z. Mustakim, F. Yohana Purwaningtyas, B. Aji Pratama, and dan Choirul Anam, "Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia 'Kejuangan' Pengaruh Penggunaan Arang Aktif Teraktivasi Fisika terhadap Desalinasi Air Payau Desa Kemudi Gresik," *Jur. Tek. Kim.*, pp. 14–15, 2020, [Online]. Available: <http://103.23.20.161/index.php/kejuangan/article/view/3603>.
- [9] D. I. P. dan Rasman, "EFEKTIVITAS METODE GABUNGAN MEDIA FILTER CANGKANG KERANG (Anadara granosa) DAN KARBON AKTIF UNTUK MENURUNKAN Fe DAN ZAT ORGANIK AIR BERSIH," *J. Sulolipu Media Komun. Sivitas Akad. dan Masy.*, vol. 20, no. 1, 2020.
- [10] A. Adiningtyas and P. Mulyono, "Kinetika Adsorpsi Nikel (II) dalam Larutan Aqueous dengan Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa," *J. Rekayasa Proses*, vol. 10, no. 2, p. 36, 2016, doi: 10.22146/jrekpros.33335.
- [11] R. Aisyahluka, S.Z., Firdaus, M.L., dan Elvia, "Kapasitas Adsorpsi Aarang Aktif Cangkang Bintaro (Cerbera odollam) Terhadap Zat Warna Sintesis Reactive RED-120 Dan Reactive BLUE-198," *J. Pendidik. Dan Ilmu Kim.*, vol. 2, no. 2, pp. 148–155, 2018.
- [12] I. Syauqiah, M. Amalia, and H. A. Kartini, "Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengadukan pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif Dalam limbah cuci foto," *Info Tek.*, vol. 12, no. 1, pp. 11–20, 2011.
- [13] J. Larsson, "Acid neutralization using steel slags ADSORPTION OF FLUORIDES IN SOLUTIONS," 2015.
- [14] Sudarni and Haderiah, "Aktivasi Zeolit Dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kesadahan Air Di Kampung Sapiriakota Makassar," *J. Sulolipu Media Komun. Sivitas Akad. dan Masy.*, vol. 20, no. 1, pp. 19–23, 2020.
- [15] Y. Lee, H. Lee, D. Jung, Z. Chen, and S. Lim, "Chloride ion adsorption capacity of anion exchange resin in cement mortar," *Materials (Basel)*, vol. 11, no. 4, 2018, doi: 10.3390/ma11040560.
- [16] A. J. dan M. A. Widi Astuti, "Desalinasi Air Payau Menggunakan Surfactant Modified Zeolite (SMZ)," *J. ZEOLIT Indones.*, vol. 6, no. 1, pp. 33–37, 2007.