

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PADA INDUSTRI *CHEMICAL CONSTRUCTION* DENGAN METODE ADSORPSI KARBON AKTIF

Ali Syauqi Hakim¹, Ariani¹, I Komang Budi Arta²

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

²PT Additon Karya Sembada, Tbk, Jl. Raya Surabaya - Malang KM 53, Sukorejo, Pasuruan, Indonesia

alisyauqi25@gmail.com; [ariani@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Limbah cair adalah air yang telah terkontaminasi oleh zat pencemar, baik dari kegiatan industri, domestik, maupun pertanian. Instalasi Pengolahan Air Limbah yang beroperasi dengan baik maka akan menghasilkan limbah cair keluaran yang sesuai dengan baku mutu lingkungan. Kekeruhan dari limbah cair dapat menandakan adanya partikel tersuspensi, kandungan zat-zat kimia yang berbahaya, dan mengotori badan air yang dapat memberikan asumsi negatif terhadap perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh karbon aktif terhadap kekeruhan dan padatan tersuspensi yang ada pada PT Additon Karya Sembada Tbk menggunakan metode adsorpsi. Proses adsorpsi dilakukan dengan mengalirkan air limbah dari bak penampung secara kontinyu ke dalam kolom adsorpsi. Proses adsorpsi menggunakan variabel yaitu : massa adsorben (300 gram dan 400 gram) dan waktu proses adsorpsi (1-2 jam). Sedangkan, parameter yang diukur adalah pH, turbidity, bau, dan Total Dissolved Solid (TDS). Hasil percobaan menunjukkan bahwa penggunaan karbon aktif dapat mengurangi kekeruhan atau turbidity 59% untuk 400 gram karbon aktif dan 62% untuk 300 gram karbon aktif dari kekeruhan awal. Namun, penggunaan karbon aktif juga meningkatkan nilai tingkat partikel tersuspensi atau TDS. Sehingga diperlukan adanya tambahan proses pengolahan limbah untuk mengurangi nilai TDS.

Kata kunci: adsorpsi, industri, karbon aktif, limbah, lingkungan

ABSTRACT

Wastewater is water that has been contaminated by pollutants, whether from industrial, domestic, or agricultural activities. A well-operating Wastewater Treatment Plant will produce effluent that meets environmental quality standards. The turbidity of wastewater can indicate the presence of suspended particles, hazardous chemical substances, and can contaminate water bodies, which may negatively affect the perception of the company. This study aims to determine the effect of activated carbon on the turbidity and suspended solids present in PT Additon Karya Sembada Tbk using the adsorption method. The adsorption process is carried out by continuously flowing wastewater from the holding tank into the adsorption column. The adsorption process uses variables such as adsorbent mass (300 grams and 400 grams) and adsorption process time (1-2 hours). The parameters measured are pH, turbidity, odor, and Total Dissolved Solids (TDS). The experimental results show that the use of activated carbon can reduce turbidity by 59% with 400 grams of activated carbon and by 62% with 300 grams of activated carbon from the initial turbidity. However, the use of activated carbon also increases the level of suspended particles or Total Dissolved Solids (TDS). Therefore, additional wastewater treatment processes are needed to reduce the TDS value.

Keywords: adsorption, industry, activated carbon, waste, environment

Corresponding author: Ariani

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno-Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

E-mail: ariani@polinema.ac.id



1. PENDAHULUAN

PT Additon Karya Sembada Tbk merupakan perusahaan yang memproduksi dan memperdagangkan bahan kimia aditif untuk konstruksi bangunan, yang meliputi semua bahan – bahan *admixtures* yang dibutuhkan untuk konstruksi bangunan. PT Additon Karya Sembada Tbk memproduksi *superplasticizer* sebagai aditif beton untuk memberikan karakteristik pada campuran beton untuk mengurangi penggunaan air pada beton, memperkuat daya rekat beton, dan memperpanjang daya tahan beton. Proses produksi pada PT Additon Karya Sembada Tbk tidak menghasilkan limbah, tetapi proses pembersihan reaktor masih menyisakan limbah cair yang mengandung lignosulfat yang berwarna kuning kecoklatan. Hal ini menandakan bahwa adanya partikel tersuspensi yang ada di limbah cair pencucian reaktor. Padatan tersuspensi yang masuk ke dalam air menimbulkan kekeruhan air, yang mengakibatkan penurunan laju fotosintesis mikroorganisme dan tumbuhan air lainnya, sehingga produktivitas primer dari perairan mengalami penurunan.

Adapun pengolahan limbah di PT Additon Karya Sembada Tbk berada pada unit Instalasi Pengolahan Limbah yang berupa 4 bak dengan masing-masing bak mempunyai fungsinya masing-masing. Pada bak pertama terdapat sarang tawon yang berguna untuk menyaring limbah dari padatan dengan ukuran 1 cm – 10 cm. Lalu pada bak kedua, terdapat sarang tawon, pada bak ketiga terdapat arang, dan pada bak keempat tidak ada treatment. Namun, pengolahan limbah ini masih belum berhasil untuk mengurangi kekeruhan limbah cair.

Adanya kekurangan pengolahan limbah cair pada PT Additon Karya Sembada Tbk, sehingga perlu dicari alternatif lain untuk mengolah limbah. Salah satu alternatif pengolahan limbah yang dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan pencemar dalam limbah cair adalah proses adsorpsi. Adsorpsi adalah proses dimana molekul-molekul fluida menyentuh dan melekat/ terikat pada permukaan padatan. Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif menurut Khairunnisa, dkk (2017) dapat menurunkan kadar, warna 90,99% [1]. Proses adsorpsi dengan karbon aktif pada air sungai yang dilakukan Pratiwi diperoleh penurunan sebesar 12,8 mg/L kadar COD, dan 10 mg/L kadar TSS, serta 120 mg/L untuk penurunan kadar TDS [2]. Menurut Romansyah, dkk (2018), karbon aktif merupakan adsorben terbaik dalam sistem adsorpsi karbon aktif, memiliki permukaan yang besar dan daya adsorpsi yang tinggi sehingga pemanfaatannya dapat optimal [3]. Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengolahan limbah cair PT Additon Karya Sembada Tbk secara adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh adsorben batuan terhadap parameter limbah cair PT Additon Karya Sembada Tbk terutama kekeruhan melalui metode adsorpsi. Parameter tersebut, yaitu pH, TDS, dan *turbidity*.

2. METODE PENELITIAN

Metode pengolahan limbah yang dilakukan menggunakan metode adsorpsi dengan adsorben karbon aktif yang dilakukan selama di Laboratorium Pengolahan Limbah Teknik Kimia. Limbah yang digunakan berasal dari bak pertama IPAL PT Additon Karya Sembada

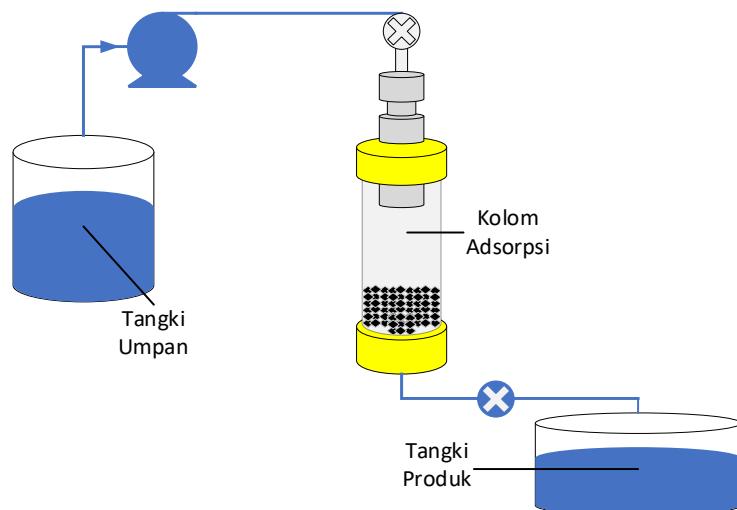
dengan pengambilan sampel limbah di waktu yang berbeda. Karbon aktif yang digunakan berasal dari CarbonOne yang sudah diaktifasi. Percobaan dilakukan dengan cara kontinyu. Percobaan secara *continuous* dilakukan dengan limbah 20 Liter, karbon aktif, dan kolom adsorpsi selama 2 jam dan dilakukan samping tiap 20 menit. Variabel yang digunakan berupa massa karbon aktif yang berbeda yaitu 300 gram dan 400 gram. Menurut Novita dan Pradana (2021), penggunaan karbon aktif dapat mengurangi kekeruhan warna dari limbah hingga 89,58% (dalam NTU), lalu semakin banyak karbon aktif yang digunakan maka semakin banyak pula area adsorpsi yang menyebabkan meningkatnya efektivitas pengurangan warna [4].

2.1 Tahap Aktivasi Adsorben Karbon Aktif

Karbon aktif akan disaring terlebih dahulu sehingga sisa dari karbon aktif yang lebih kecil tidak akan ikut dalam percobaan. Karbon aktif akan ditimbang dengan neraca digital sesuai dengan variabel. Lalu, akan dibakar dalam tungku pada suhu 900°C [5].

2.2 Tahap Adsorpsi Karbon Aktif Skala Laboratorium

Bak umpan, penampung, dan alat adsorpsi disiapkan seperti pada Gambar 1. Lalu, bak umpan diisi limbah cair 20 L dan kolom adsorpsi akan diisi dengan karbon aktif sesuai dengan variabel yang diinginkan. Laju alir dari umpan diatur pada 0,1667 L/menit secara kontinyu ke dalam kolom adsorpsi yang berisi karbon aktif. Limbah akan mengalir dari atas kolom melalui adsorben karbon aktif lalu akan ditampung oleh bak penampung. Sampel akan diambil setiap 20 menit untuk dianalisis.



Gambar 1. Ilustrasi Proses Adsorpsi

2.3 Tahap Analisis Hasil

Analisis pH dilakukan dengan pH meter. Sebelum digunakan, ujung pH meter akan dibilas dengan aquades lalu akan dikeringkan dengan tisu halus. pH meter akan dicelupkan ke dalam sampel hingga pH meter menunjukkan hasil yang stabil.

Untuk Analisis *Total Dissolved Solids* (TDS), instrumen TDS meter digunakan sebagai alat utama. Sebelum penggunaan, elektroda dibilas secara menyeluruh dengan air bebas mineral guna menghilangkan kontaminan residual. Setelah pembilasan, elektroda dikeringkan menggunakan tisu halus agar tidak terdapat kelembapan berlebih yang dapat mengganggu pembacaan. Elektroda kemudian dicelupkan ke dalam sampel limbah hingga

TDS meter menunjukkan angka yang stabil dan konstan. Pembacaan akhir dari TDS meter ini kemudian dicatat secara hati-hati untuk analisis lebih lanjut.

Adapun untuk pengukuran kekeruhan menggunakan turbidimeter, tahap awal yang krusial adalah kalibrasi alat guna memastikan akurasi dan validitas hasil pengukuran. Setelah proses kalibrasi, sampel limbah cair dikocok secara perlahan untuk memastikan homogenitas serta menghilangkan gelembung udara yang dapat memengaruhi hasil pengukuran. Sampel kemudian dituangkan ke dalam kuvet dengan hati-hati melalui dinding bagian dalam, guna menghindari pembentukan gelembung udara. Kuvet diisi hingga mencapai tanda batas yang telah ditentukan dan ditutup rapat. Bagian luar kuvet dibersihkan dengan tisu bebas serat untuk menghilangkan kotoran yang mungkin ada. Selanjutnya, kuvet dimasukkan ke dalam lubang sampel pada turbidimeter dan ditutup dengan tabung perisai cahaya untuk mencegah interferensi cahaya eksternal. Setelah itu, pembacaan nilai NTU dilakukan dan hasil yang muncul pada display alat dicatat dengan cermat untuk tujuan dokumentasi dan analisis data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adsorpsi merupakan salah satu metode penyerapan fluida, cairan maupun gas dimana zat terserap (adsorbat) terikat oleh zat penyerap (adsorben) pada permukaannya [6]. Pada penelitian ini, adsorpsi digunakan untuk mengikat zat organik yang terkandung pada limbah cair dengan menggunakan adsorben. Adsorben yang digunakan untuk proses adsorpsi dilakukan aktivasi dengan pemanasan pada suhu 900°C dengan tujuan untuk memperbesar pori dan luas permukaannya yang akan berpengaruh terhadap daya adsorpsinya [7]. Adsorpsi limbah cair secara kontinyu lebih baik dibandingkan dengan menggunakan sistem *batch*, karena sistem ini umumnya kurang cocok untuk langsung diterapkan pada desain dan pengoperasian instalasi pengolahan air limbah karena waktu kontak yang diterapkan tidak cukup memadai untuk mencapai kesetimbangan [8].

3.1. Pengaruh Massa adsorben terhadap pH

Potential Hydrogen (pH) adalah indeks konsentrasi ion hidrogen ($[H^+]$) dalam air. $[H^+]$ mempengaruhi sebagian besar proses kimia dan biologi. Nilai pH menjadi variabel penting dalam kualitas air untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda [9]. pH limbah cair sebelum dibuang ke badan air harus bersifat netral, karena air limbah yang sangat asam bersifat korosif, sehingga jika langsung dibuang ke lingkungan dapat merusak material dan mengganggu mikroorganisme.

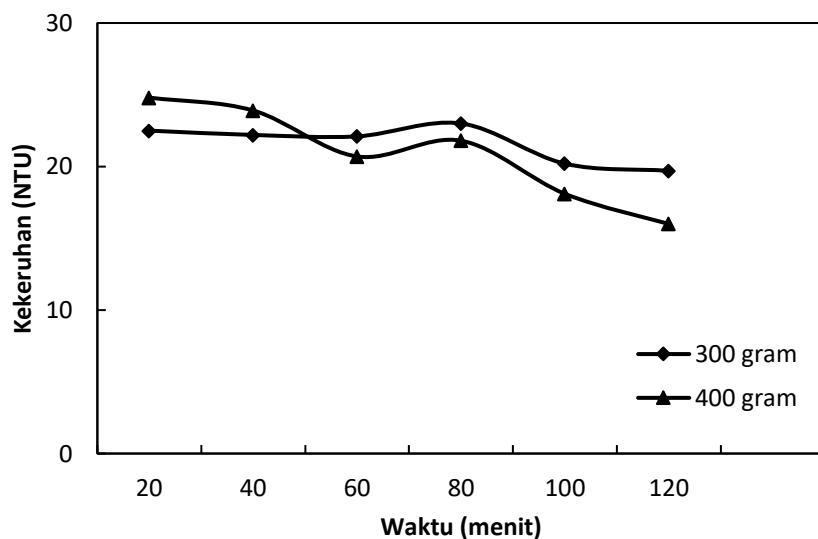
Tabel 1. Pengaruh adsorpsi karbon aktif terhadap parameter pH

Massa Adsorben	Parameter pH	
	Sebelum Adsorpsi	Setelah Adsorpsi
300 gram	7,9	7,5
400 gram	7,9	7,4

3.2. Pengaruh Massa Adsorben terhadap turbidity

Turbidity atau kekeruhan adalah salah satu parameter optik yang mengukur seberapa banyak cahaya yang tersebar oleh partikel tersuspensi dalam suatu media cair. Hal ini

terjadi jika zat padat bercampur pada larutan sehingga menjadi partikel teruspensi yang mengakibatkan limbah menjadi keruh [10].



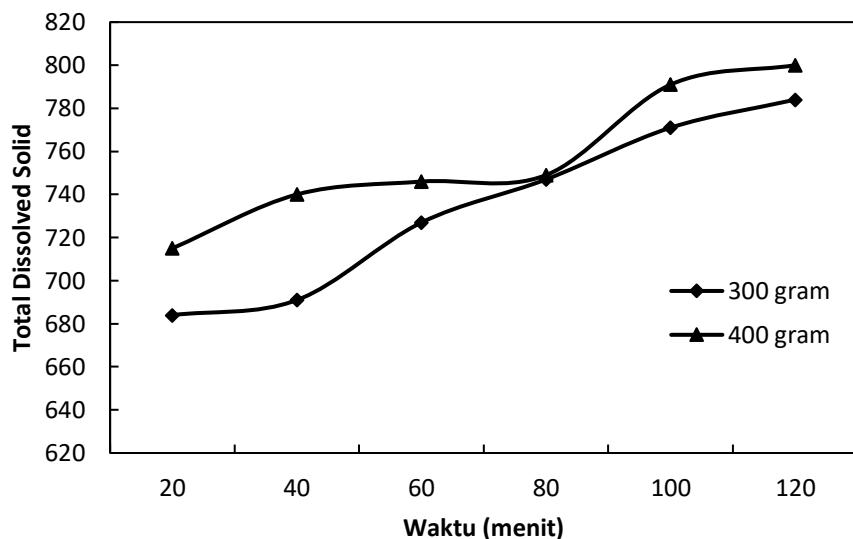
Gambar 2. Pengaruh massa adsorben terhadap kekeruhan limbah cair

Dari Gambar 2 didapatkan bahwa proses adsorpsi dengan karbon aktif dapat mengurangi kekeruhan hingga 35% dengan 400 gram karbon aktif dan 12% dengan 300 gram karbon aktif. Ini membuktikan bahwa karbon aktif dapat menyerap zat pengkeruh dalam limbah. Semakin banyak karbon aktif yang digunakan maka semakin tinggi nilai luas area adsorpsi yang menyebabkan lebih banyak pengikatan zat-zat pada limbah [11]. Menurut Ningsih, dkk (2016), kapasitas atau kemampuan adsorpsi berbanding lurus dengan waktu sampai pada titik tertentu, kemudian mengalami penurunan setelah melewati titik tersebut [12]. Dengan luas permukaan yang lebih besar, karbon aktif dapat menyerap lebih banyak molekul limbah, sehingga jumlah limbah yang teradsorpsi akan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah karbon aktif yang digunakan.

Peningkatan penggunaan karbon aktif juga akan meningkatkan kapasitas daya adsorpsi dari adsorben sehingga juga meningkatkan jumlah kandungan pengotor yang akan terserap [13]. Penggunaan aktivasi juga meningkatkan ukuran pori dari karbon aktif yang dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi yang juga berdampak pada proses adsorpsi limbah [14].

3.3. Pengaruh Massa Adsorben terhadap TDS

Total Dissolved Solids (TDS) adalah parameter yang merujuk pada jumlah total zat padat terlarut yang ada dalam larutan air berupa ion, mineral, logam, atau mikroorganisme yang terdispersi secara homogen di dalam fase cair [15].



Gambar 3. Pengaruh massa terhadap Total Dissolved Solid dari limbah cair

Berdasarkan Gambar 3 didapatkan bahwa karbon aktif berpengaruh dalam peningkatan padatan yang terlarut dalam limbah. Pada grafik terlihat peningkatan mulai dari menit ke-60 hingga menit ke-360. Seiring waktu, karbon aktif akan bercampur dengan limbah yang dapat meningkatkan jumlah TDS pada limbah. Peningkatan ini dapat menyebabkan limbah yang terlihat lebih keruh dan mengandung banyak padatan yang terlarut. Hal ini sangat berbanding terbalik dengan teori dari jurnal di mana nilai TDS menurun.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Percobaan ini telah menunjukkan bahwa karbon aktif dapat mengurangi kekeruhan limbah lignosulfat yang ada pada PT Additon Karya Sembada. Sehingga, dapat digunakan untuk mengelolah limbah lignosulfat. Namun, untuk pengolahan limbah yang efektif diperlukan adanya metode lain karena setelah proses adsorpsi karbon aktif memengaruhi nilai *Total Dissolved Solid*. Sehingga diperlukan proses metode lain yang dapat mengurangi nilai *Total Dissolved Solid*. Adapun metode yang dapat digunakan dari untuk proses pengolahan limbah seperti floakulasi-koagulasi, filtrasi, koagulasi-foakulasi, sedimentasi yang dapat mengurangi *Total Dissolved Solid* dari limbah.

Pada penelitian selanjutnya, dapat dilakukan pengolahan limbah cair yang menggabungkan dua metode atau lebih sehingga dapat diketahui pengolahan limbah yang tepat untuk limbah cair *chemical construction*.

REFERENSI

- [1] K. Khairunnisa, A. Rezagama, dan F. Arianto, "Penurunan Kadar Cod dan Warna pada Limbah Artifisial Batik Zat Warna Turunan Azo Menggunakan Metode Adsorpsi Arang Aktif dan Ozonasi+FeSO₄.7H₂O," *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 3, hal. 1–7, 2017.

- [2] I. Pratiwi dan A. Setiorini, "Penurunan Nilai pH, COD, TDS, TSS pada Air Sungai Menggunakan Limbah Kulit Jagung Melalui Adsorben," *Jurnal Redoks*, vol. 8, no. 1, hal. 55–62, 2023.
- [3] E. Romansyah, M. Muliatiningsih, D. S. Putri, dan A. Alawiyah, "Pengaruh Pemberian Daun Bambu dan Arang Bambu pada Pengelolaan Limbah Cair Tahu," *Jurnal Agrotek Ummat*, vol. 5, no. 2, hal. 79–86, 2018.
- [4] E. Novita dan H. A. Pradana, "Perlakuan Massa dan Waktu Kontak Karbon Aktif Terhadap Efisiensi Adsorpsi Air Limbah Pengolahan Kopi," *Jurnal Keteknikan Pertanian*, vol. 9, hal. 49–56. 2021.
- [5] R. Alfi, F. Lubis, H. I. Nasution, dan M. Zubir, "Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification," *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, vol. 03, no. 02, hal. 67–73, 2020.
- [6] M. Alaqrabeh, "Adsorption Phenomena: Definition, Mechanisms, and Adsorption Types: Short Review," *RHAZES: Green and Applied Chemistry*, vol. 13, hal. 43–51. 2021.
- [7] H. Marsh dan F. Rodríguez-Reinoso, "CHAPTER 5 - Activation Processes (Thermal or Physical)," in *Activated Carbon*, H. Marsh and F. Rodríguez-Reinoso, Eds., Oxford: Elsevier Science Ltd, hal. 243–321, 2006.
- [8] H. Patel dan R. Vashi, "Fixed bed column adsorption of ACID Yellow 17 dye onto Tamarind Seed Powder," *Can J Chem Eng*, vol. 90, Feb. 2012.
- [9] S. KA, A. KI, dan R. OK, "pH Indicators: A Valuable Gift for Analytical Chemistry," *Saudi Journal of Medical and Pharmaceutical Sciences*, vol. 06, no. 05, hal. 393–400, 2020.
- [10] M. Gaouar, K. Tizaoui, N. G. Benyelles, dan B. Benguella, "Efficient and eco-friendly adsorption using low-cost natural sorbents in waste water treatment," *Indian Journal of Chemical Technology*, vol. 23, hal. 204–209, 2016.
- [11] A. Takwanto, A. Mustain, dan H. P. Sudarminto, "Penurunan Kandungan Polutan pada Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi-Adsorbsi Karbon Aktif," *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, vol. 2, no. 1, hal. 11–16, 2018.
- [12] D. A. Ningsih, I. Said, dan P. Ningsih, "Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dari Larutannya dengan Menggunakan Adsorben dari Tongkol Jagung," *Jurnal Akademika Kimia*, vol. 5, no. 2, hal. 55–60, 2016.
- [13] R. Alfi, F. Lubis, H. I. Nasution, dan M. Zubir, "Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification," *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, vol. 3, no. 2, hal. 67–73, 2020.
- [14] A. Prayogatama dan T. Kurniawan, "Modifikasi Karbon Aktif dengan Aktivasi Kimia dan Fisika Menjadi Elektroda Superkapasitor," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 11, hal. 47–58, 2022.
- [15] G. E. Adjovu, H. Stephen, D. James, dan S. Ahmad, "Measurement of Total Dissolved Solids and Total Suspended Solids in Water Systems: A Review of the Issues, Conventional, and Remote Sensing Techniques," *Remote Sens (Basel)*, vol. 15, no. 14, Jul. 2023.