

Analisis Efektivitas IPAL Produksi Industri PT. X di Sidoarjo dalam Menurunkan Beban Pencemar pada Air Limbah Industri

Mula Rangga Budi Samodra, Muhammad Faisal Fadhil*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: mfaisalf.ft@upnjatim.ac.id

Diterima: 15 Desember 2025

Disetujui: 20 Desember 2025

Abstract

The animal feed industry generates wastewater from boiler operations, vehicle disinfection activities, and laboratory processes. Wastewater from these sources contains TDS, TSS, pH, ammonia, fluoride, Biochemical Oxygen Demand (BOD), and Chemical Oxygen Demand (COD), which have the potential to pollute the environment. PT X, as one of the animal feed industries, operates a Wastewater Treatment Plant (WWTP) to ensure that the discharged wastewater complies with applicable regulations and is therefore environmentally safe. This study aims to evaluate the effectiveness of the WWTP at PT X using a quantitative method with descriptive analysis. The results indicate that the WWTP at PT X is still operating effectively in reducing most pollutant parameters. However, for one parameter, fluoride, the removal performance is only at a “moderately effective” level. Therefore, to improve the effectiveness of fluoride removal, one recommended approach is to replace the flow system of the coagulant and flocculant dosing tank with a dosing pump. Dosing pumps provide a more stable and effective delivery of coagulants and flocculants.

Keywords: *animal feed industry, wastewater treatment plant, pollutant parameters, wastewater*

Abstrak

Industri pakan ternak menghasilkan air limbah dari proses operasional boiler, desinfeksi kendaraan, dan kegiatan laboratorium. Air limbah dari proses tersebut memiliki kandungan TDS, TSS, pH, amonia, fluoride, *Biochemical Oxygen Demand*, dan *Chemical Oxygen Demand* yang berpotensi mencemari lingkungan. PT. X, sebagai salah satu industri pakan ternak, memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang berfungsi untuk memastikan air limbah yang dibuang mematuhi peraturan yang berlaku, sehingga aman untuk lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat efektivitas IPAL pada PT.X dengan menggunakan metode kuantitatif dengan analisis deskriptif. Dari hasil analisis, diperoleh kinerja pada IPAL PT. X masih berjalan secara efektif untuk menurunkan parameter pencemar. Namun, pada salah satu parameter, *fluoride*, hanya pada level “cukup efektif”. Untuk meningkatkan efektivitas penurunan *fluoride*, salah satu cara yang dapat direkomendasikan adalah dengan mengganti perangkat aliran bak pembubuh koagulan dan flokulan menggunakan pompa dosing. Pompa dosing memberikan dosis koagulan dan flokulan yang lebih stabil dan efektif.

Kata Kunci: *industri pakan ternak, ipal, parameter pencemar, air limbah, lingkungan*

1. Pendahuluan

Industri pakan ternak merupakan salah satu sektor strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional karena berperan penting dalam penyediaan pakan berkualitas bagi sektor peternakan [1]. Pertumbuhan industri ini sejalan dengan meningkatnya permintaan produk hewani seperti unggas, ikan, dan sapi, sehingga kapasitas produksi pakan di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Namun, kegiatan produksi pakan tidak terlepas dari timbulnya limbah, baik padat, gas, maupun cair yang mengandung zat pencemar [2]. Bila limbah cair tersebut tidak diolah dengan baik, tanpa pengolahan yang memadai, menjadi sumber utama pencemaran lingkungan, khususnya terhadap badan air permukaan seperti sungai dan danau [3]. Sesuai dengan regulasi lingkungan, setiap fasilitas industri diwajibkan untuk mematuhi Baku Mutu Air Limbah (BMAL) yang ketat sebelum efluen diizinkan masuk ke lingkungan, suatu kewajiban yang diatur dalam Peraturan Menteri LHK No. 5 Tahun 2014. Kegagalan pengendalian ini tidak hanya berujung pada sanksi hukum, tetapi juga merusak citra industri dan mengancam keseimbangan ekologis perairan [4].

Limbah cair dari proses produksi pakan ternak umumnya berasal dari pencucian peralatan, proses pelarutan bahan, pemanasan, pendinginan, dan aktivitas sanitasi [5]. Air limbah yang berasal dari industri pakan ternak memiliki karakteristik yang kompleks dan bervariasi, namun umumnya ditandai dengan tingginya kandungan polutan. Parameter kualitas air limbah yang menjadi perhatian utama dalam

pengendalian ini adalah TSS, TDS, Amonia, BOD, dan COD [6]. Kandungan bahan organik yang tinggi menyebabkan nilai BOD dan COD meningkat, jika dibuang langsung ke lingkungan dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut di perairan serta kematian organisme akuatik [7]. TDS dan TSS yang tinggi dapat menyebabkan kekeruhan, menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan, mengganggu proses fotosintesis, serta berpotensi merusak habitat bentik [8]. Nilai pH yang ekstrem (terlalu asam atau terlalu basa) akan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan, bersifat toksik bagi organisme akuatik, dan dapat mengganggu proses pengolahan limbah biologis selanjutnya [9]. Amonia merupakan polutan nitrogen yang sangat berbahaya, bahkan pada konsentrasi rendah. Peningkatan kadar Amonia dapat bersifat racun bagi ikan dan biota air, serta berkontribusi pada proses eutrofikasi perairan yang menyebabkan penipisan oksigen [10]. Suhu efluen yang tinggi juga harus dikendalikan karena dapat menurunkan kelarutan oksigen terlarut (DO) dalam air, yang secara langsung mengancam kelangsungan hidup organisme perairan [11].

Berdasarkan karakteristik air limbah industri pakan ternak yang mengandung konsentrasi tinggi bahan organik, padatan tersuspensi, senyawa nitrogen, serta fluktuasi pH dan suhu, diperlukan suatu sistem pengolahan yang mampu menangani beban pencemar tersebut secara efektif dan berkelanjutan. Pemilihan teknologi pengolahan air limbah harus mempertimbangkan jenis dan konsentrasi polutan, debit limbah, serta baku mutu yang berlaku, agar proses pengolahan dapat berjalan optimal dan efisien. Sistem pengolahan yang tidak dirancang atau dioperasikan dengan baik berpotensi menyebabkan kegagalan penurunan parameter pencemar, sehingga efluen yang dihasilkan masih berisiko mencemari lingkungan perairan [12].

Dalam upaya memenuhi ketentuan baku mutu, industri pakan ternak umumnya menerapkan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebagai sistem pengendalian pencemaran. Secara umum, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada industri dirancang untuk menurunkan kandungan bahan organik dan padatan pencemar dengan mengombinasikan beberapa tahapan pengolahan, yaitu proses fisik, kimia, dan biologis. Pada tahap awal, proses fisik seperti *screening* berfungsi menyisihkan padatan berukuran besar, agar tidak mengganggu unit berikutnya, sedangkan proses sedimentasi digunakan untuk mengendapkan padatan tersuspensi sehingga beban pencemar dapat dikurangi. Selanjutnya, proses kimia melalui koagulasi dan flokulasi diterapkan untuk menggabungkan partikel koloid yang sulit mengendap menjadi flok berukuran lebih besar sehingga mudah dipisahkan dari air limbah. Tahap berikutnya adalah proses biologis berperan menguraikan senyawa organik terlarut melalui aktivitas mikroorganisme [13]. Dengan adanya rangkaian proses tersebut, penerapan IPAL menjadi aspek yang sangat penting dalam industri pakan ternak untuk memastikan bahwa air limbah yang dihasilkan telah memenuhi baku mutu dan tidak menimbulkan dampak pencemaran terhadap lingkungan.

PT. X merupakan industri yang bergerak di bidang pakan ternak dan menghasilkan air limbah dari berbagai aktivitas, seperti operasional boiler, desinfeksi kendaraan, serta kegiatan laboratorium. Agar air limbah tersebut aman sebelum dibuang ke lingkungan, PT. X mengoperasikan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang terdiri dari unit ekualisasi, prasedimentasi, aerasi, bioplate settler, dan stabilisator tank. Selain menurunkan beban pencemar utama, kinerja IPAL juga sangat dipengaruhi oleh kesesuaian desain unit, waktu detensi, serta pengendalian operasional pada setiap tahapan proses pengolahan. Pengoperasian yang tidak optimal, seperti dosis bahan kimia yang tidak tepat atau kondisi lingkungan yang tidak mendukung aktivitas mikroorganisme, dapat menyebabkan penurunan efisiensi pengolahan dan berpotensi menghasilkan efluen yang tidak memenuhi baku mutu [14]. Oleh karena itu, keberadaan unit-unit ini perlu dievaluasi untuk mengetahui sejauh mana sistem pengolahan mampu menurunkan parameter pencemar sesuai yang ditargetkan. Oleh karena itu, diperlukan analisis kinerja IPAL PT. X sebagai dasar penilaian efektivitas pengolahan air limbah di industri tersebut.

Sejalan dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses pengolahan air limbah di PT. X berjalan efektif dalam menurunkan beban pencemar sebelum dilepas ke lingkungan. Evaluasi kinerja ini penting untuk menilai apakah setiap unit proses telah bekerja sesuai desain dan mampu memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam peraturan. Melalui analisis kinerja IPAL, potensi gangguan operasional, penurunan efisiensi, maupun akumulasi polutan dapat dideteksi lebih dini, sehingga tindakan perbaikan dapat segera dilakukan dan air limbah dari industri pakan ternak tidak menimbulkan pencemaran lingkungan [15].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan analisis deskriptif untuk menganalisis kemampuan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada industri pakan ternak dalam menurunkan beban pencemar. Data yang digunakan adalah data sekunder dari PT.X berupa hasil uji parameter inlet, hasil uji

parameter outlet, dan diagram alir IPAL produksi. Hasil uji parameter inlet yang digunakan adalah hasil uji pada tahun 2021. Hal ini dikarenakan keterbatasan data hasil uji inlet yang terbaru.

Data yang dikumpulkan dapat digunakan untuk menghitung efektivitas kinerja unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan memperhatikan persen removal. Perhitungan efisiensi dapat dilakukan dengan rumus berikut [16] :

$$efisiensi = \frac{Besar\ parameter\ inlet - Besar\ parameter\ outlet}{Besar\ parameter\ inlet} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Selanjutnya, kriteria efektivitas IPAL dapat dilihat dari nilai persentase efisiensi dengan keterangan sebagai berikut:

1. $X > 80\%$: Sangat Efektif (SE)
2. $60\% < X \leq 80\%$: Efektif (E)
3. $40\% < X \leq 60\%$: Cukup Efektif (CE)
4. $20\% < X \leq 40\%$: Kurang Efektif (KE)
5. $X \leq 20\%$: Tidak Efektif (TE)

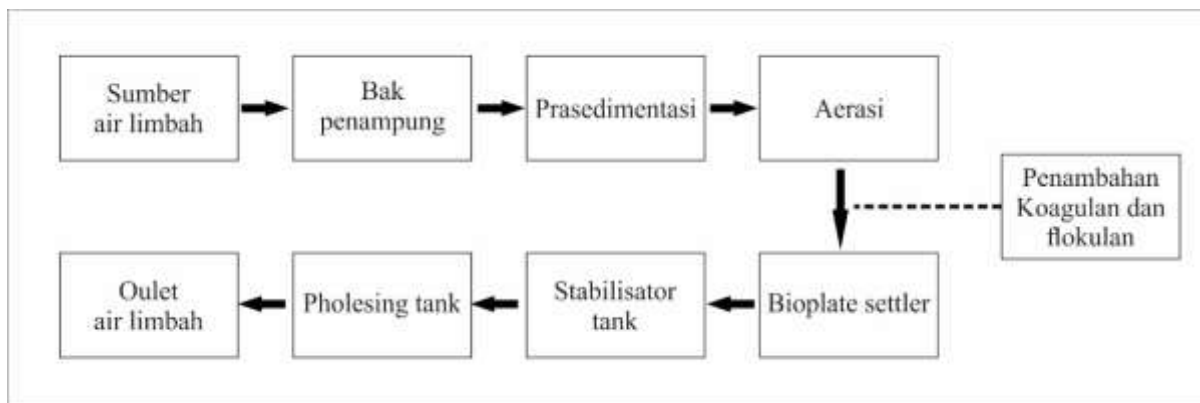
Persen removal dapat dihitung dengan adanya parameter kualitas air limbah di bagian saluran masuk dan keluar pada IPAL. Efisiensi penghilangan polutan dari air limbah cair IPAL dilakukan dengan membandingkan kualitas influent dan effluent serta besaran persentase penghilangan dengan standar kualitas yang telah ditentukan. pH dan suhu tidak dihitung persen removal karena bukan parameter pencemar yang dapat direduksi dalam bentuk kuantitatif, melainkan kondisi operasional yang harus dijaga dalam batas aman agar mikroorganisme dan proses IPAL bekerja optimal dengan memperhitungkan baku mutu yang di terapkan yaitu Peraturan Menteri LHK No. 5 Tahun 2014

3. Hasil dan Pembahasan

A. Proses Pengolahan Air Limbah Industri

Rangkaian unit pengolahan air limbah di industri PT. X dapat dilihat pada **Gambar 1**. Pengolahan diawali dengan bak penampung yang berfungsi menampung air limbah yang masuk dari sumber air limbah seperti operasional boiler, desinfeksi kendaraan besar, dan kegiatan pencucian alat laboratorium. Kemudian dilanjutkan pengendapan untuk memisahkan padatan seperti pasir, kerikil, dan lumpur menggunakan unit Prasedimentasi dibantu dengan penggunaan *plate settler* untuk mempercepat proses pengendapan.

Selanjutnya masuk ke unit aerasi yang dengan penambahan oksigen, yang kemudian dilanjutkan ke unit bioplate settler menggunakan pompa, secara bersamaan dilakukan injeksi penambahan koagulan dan flokulan untuk mengikat polutan menjadi flok sehingga peran unit *bioplate settler* menjadi unit pengendapan dengan bantuan *plate settler*. Dilanjutkan pada unit *stabilisator tank* yang berfungsi supaya tidak terjadi *shock loading* bagi bakteri yang menguraikan bahan organik yang terdapat dalam air limbah dengan menggunakan media batu kali dan ion plastik. Terakhir, masuk pada *polishing tank* yang berfungsi sebagai bak penampung akhir sebelum dibuang menuju badan air penerima.



Gambar 1. Alur Proses IPAL Produksi Industri PT. X

B. Analisis Kualitas dan Efisiensi Air Limbah Industri

Pemeriksaan inlet dan outlet air limbah dilakukan untuk menilai efektivitas pengolahan limbah cair dengan cara membandingkan parameter kualitas air sebelum dan sesudah proses pengolahan. Pada hasil pemeriksaan inlet yang di uji pada tahun 2021, air limbah hasil produksi pada PT. X memiliki kandungan TDS, TSS, pH, amonia, fluoride, BOD, COD. Berikut data hasil uji pada inlet IPAL produksi.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Inlet IPAL Produksi Desember 2021

No	Parameter	Influent	Baku Mutu	Unit	Metode
Parameter Fisik					
1	Temperatur	30,9	38	C	SNI 06-6989.23-2005
2*	Total Dissolved Solids (TDS)	3110	2000	mg/l	SNI 6989.27-2019
3	Total Suspended Solid (TSS)	33	200	mg/l	SNI 6989.3-2019
Parameter Kimia					
1*	pH	9,09	6 - 9	pH units	SNI 6989.11-2019
2*	Amonia, NH ₃	9,616	1	mg/l	SNI 06-6989.30-2005
3*	Fluoride	2,82	2	mg/l	SNI 06-6989.29-2005
4	Biochemical Oxygen Demand (BOD ₅)	29	50	mg/l	SNI 6989.72-2009
5	Chemical Oxygen Demand (COD)	95,6	100	mg/l	SNI 6989.2-2019

Sumber : Data inlet IPAL PT. X, 2021

Ket : * (Melebihi baku mutu)

Berdasarkan **Tabel 1**, pada hasil uji parameter inlet tersebut didapatkan hasil parameter Total Dissolved Solids (TDS), pH, Amonia, Fluoride, melebihi baku mutu Peraturan Menteri LHK No. 5 Tahun 2014. Parameter TDS, pH, dan amonia yang tinggi dikarenakan hasil dari proses pembuangan air *blowdown* boiler, sedangkan untuk parameter fluoride dikarenakan ada aktivitas desinfeksi dari kendaraan besar yang menggunakan bahan kimia pembersih atau desinfektan tertentu. Selanjutnya, setelah air limbah tersebut diolah pada unit IPAL, diperoleh hasil uji parameter outlet sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Outlet IPAL Produksi Oktober 2025

No	Parameter	Influent	Baku Mutu	Unit	Metode
Parameter Fisik					
1	Temperatur	29	38	C	SNI 06-6989.23-2005
2	Total Dissolved Solids (TDS)	615	2000	mg/l	IKM-ENV-116 (Potensiometri)
3	Total Suspended Solid (TSS)	5	200	mg/l	SNI 6989.3-2019
Parameter Kimia					
1	pH	7,8	6 - 9	pH units	SNI 6989.11-2019
2	Amonia, NH ₃	0,008	1	mg/l	IKM-ENV-01
3	Fluoride	1,03	2	mg/l	SNI 06-6989.29-2005
4	Biochemical Oxygen Demand (BOD ₅)	6	50	mg/l	SNI 6989.72-2009
5	Chemical Oxygen Demand (COD)	18,7	100	mg/l	SNI 6989.2-2019

Sumber: Data Outlet IPAL PT. X, 2025

Berdasarkan **Tabel 2** hasil pemeriksaan outlet IPAL produksi sudah memiliki nilai dibawah baku mutu Peraturan Menteri LHK No. 5 Tahun 2014 yang dapat diartikan bahwa pada pengolahan yang terjadi di IPAL mampu menurunkan beban pencemar sehingga dapat dikatakan aman untuk dibuang ke badan air penerima. Selanjutnya untuk menentukan tingkat efisiensi penyisihan kualitas air limbah pada IPAL dapat di hitung dengan menggunakan rumus efisiensi dan didapatkan hasil seperti tampak pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Efisiensi Penyisihan Kualitas Air Limbah Pada IPAL Produksi

No	Parameter	Influent	Effluent	Persen Removal	Keterangan
Parameter Fisik					
1	Temperature	30,9	29	-	-
2	Total Dissolved Solids (TDS)	3110	615	80%	Efektif (E)
3	Total Suspended Solid (TSS)	33	5	85%	Sangat Efektif (CE)
Parameter Kimia					
1	pH	9,09	7,8	-	-
2	Amonia	9,616	0,008	100%	Sangat Efektif (SE)
3	Fluoride	2,82	1,03	63%	Cukup Efektif (CE)
4	Biochemical Oxygen Demand (BOD ₅)	29	6	79%	Efektif (E)
5	Chemical Oxygen Demand (COD)	95,6	18,7	80%	Efektif (E)

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan data yang diperoleh pada **Tabel 3.** hasil efisiensi Penyisihan Kualitas Air Limbah Pada IPAL Produksi menunjukkan bahwa pada parameter *TDS*, *TSS*, Amonia, *BOD*, *COD* terjadi penurunan secara efektif, sedangkan hanya parameter *fluoride* yang penurunannya di level cukup efektif. Perbedaan capaian ini mengindikasikan adanya aspek operasional tertentu yang belum optimal, khususnya pada proses yang berperan dalam pengendalian fluorida.

Hasil identifikasi awal menunjukkan bahwa proses penyaluran koagulan dari bak pembubuh IPAL masih dilakukan secara manual dengan memanfaatkan keran air biasa, tanpa dukungan pompa dosing atau perangkat pengatur aliran. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan debit dan dosis koagulan tidak stabil, sehingga proses koagulasi–flokulasi tidak berlangsung secara konsisten. Akibatnya, efisiensi penyisihan *fluorida* cenderung lebih rendah dibandingkan parameter lain yang tidak terlalu sensitif terhadap variasi dosis koagulan.

Sehingga, untuk meningkatkan efektifitas penurunan *fluoride*. salah satu cara yang dapat direkomendasikan untuk meningkatkan efisiensinya adalah dengan mengganti perangkat aliran bak pembubuh koagulan dan flokulan menggunakan pompa dosing. Penggunaan pompa dosing memungkinkan dosis bahan kimia dialirkan secara lebih stabil dan terukur, sehingga proses koagulasi–flokulasi dapat berlangsung lebih konsisten.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa evaluasi kinerja pada Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. X masih sangat mampu untuk menurunkan parameter pencemar sampai dibawah baku mutu yang disyaratkan. Namun, pada parameter *fluoride* yang masih “cukup efektif” perlu adanya upaya tambahan untuk meningkatkan efektivitas penurunan, agar dapat kedepannya dapat berjalan dengan lebih baik. Dalam upaya meningkatkan efektifitas penurunan parameter *fluoride*, dapat dilakukan pergantian perangkat aliran bak pembubuh dalam mendistribusikan koagulan dan flokulan menggunakan pompa dosing. Dengan menggunakan pompa dosing, dosis yang dikeluarkan lebih stabil dan efektif.

5. Referensi

- [1] PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk. (2023). *Sustainability Report 2023*. <https://japfacomfeed.co.id/sustainability>.

- [2] Bankole, M. T. (2019). *Treatment of Industrial Animal Feed Processing Wastewater. Journal of Environmental Management*.
- [3] Kurniawan, A., et al. (2020). Pengolahan Air Limbah Industri dengan Sistem Anaerob-Aerob. *Jurnal Teknik Lingkungan ITB*.
- [4] Gaspar, E., et al. (2025). *Optimizing Processes for BOD, COD, and TSS Removal in Industrial Wastewater. Water* (MDPI).
- [5] Lucas, M. S., et al. (2025). *Industrial Wastewater Treatment by Coagulation–Flocculation: A Review. Water* (MDPI).
- [6] Ratri, S. J., & Mahayana, A. (2023). Analisis Kadar Total Suspended Solid (TSS) dan Amonia Pada Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 3(1).
- [7] Philipp, M., et al. (2021). *Slaughterhouse Wastewater Treatment: A Review on Technologies and Reuse. Water* (MDPI).
- [8] Mardhia, D., & Abdullah, V. (2018). Studi analisis kualitas air sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 182-189.
- [9] Peraturan Menteri LHK No. 68 Tahun 2016. (2016). Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- [10] Pagoray, H., Sulistyawati, S., & Fitriyani, F. (2021). Limbah cair industri tahu dan dampaknya terhadap kualitas air dan biota perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1), 53-65.
- [11] Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. (2013). Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya
- [12] Heraini, D. (2024). *Wastewater Analysis of Slaughterhouse in Pontianak City. Jurnal Teknik Lingkungan*.
- [13] Agustina, E. B. (2023). *Study of BOD, COD and TSS Removal in Batik Industry by Electrocoagulation. Jurnal Teknik Kimia UNS*.
- [14] Said, N. I. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta.
- [15] Harmayani, K. D. (2021). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah RSD Mangusada Kabupaten Badung. *Sumber*, 1050(5000), 3000.
- [16] Thomas et al. (2023) *Efficient removal of fluoride on aluminum modified activated carbon an adsorption behavioral study and application to remediation of ground water. J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng*.