

## MODIFIKASI *HOT PLATE* PADA PROSES ANALISIS COD (*CHEMICAL OXYGEN DEMAND*)

Pabbenteng<sup>1)</sup>, Elisabeth Alwina<sup>2)</sup>, Kartini<sup>3)</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang

<sup>3</sup> SMA 23 Makassar

### ABSTRACT

Modification is removing the model, shape of a tool without reducing the main function of the tools. Hot plates are laboratory equipment that can generally be used to transfer heat to a material/system. such as fire or electricity is transferred by an auxiliary material to the material or system to which the temperature is to be raised. The hot plate is capable of heating the sample above 100 °C, so that it can be used in the COD (Chemical Oxygen Demand) analysis process. The materials used in this hot plate modification are galvanized holo iron, strip iron, butterfly bolts, and the analysis process is based on SNI 6989.15-2019. Analisis COD (Chemical Oxygen Demand) using a hot plate so far only heats 1 sample so it is wasteful in terms of economy. In this study, the circuit was modified so that it could heat 4 samples simultaneously in 1 hot plate, making it effective, economical and also supporting government programs in saving electricity consumption. The error factor in sample analysis is reduced because the test temperature of each sample is the same. This study aims to improve the performance of hot plates on COD (Chemical Oxygen Demand) analysis. The trial of the modified tool has satisfactory results because the change shows that after heating, this is due to the uniform heat of the 4 test samples .

**Keywords:** Modification, hot plate, COD (chemical oxygen demand)

### ABSTRAK

Modifikasi adalah mengubah model atau bentuk suatu alat tanpa mengurangi fungsi utama alat tersebut. *Hot plate* adalah peralatan laboratorium yang secara umum dapat digunakan untuk mentransfer panas kepada suatu materi/sistem, seperti api atau listrik ditransfer dengan suatu materi pembantu ke materi atau sistem yang akan dinaikkan temperaturnya. *Hot plate* mampu memanaskan sampel di atas suhu 100°C sehingga bisa digunakan dalam proses analisis COD (*Chemical Oxygen Demand*). Penelitian ini bertujuan meningkatkan kinerja *hot plate* pada analisis COD (*Chemical Oxygen Demand*). Material yang digunakan dalam modifikasi *hot plate* ini adalah besi holo galvanis, besi strip dan baut kupu-kupu, serta proses analisisnya berdasarkan SNI 6989.15-2019. Pengujian COD (*Chemical Oxygen Demand*) menggunakan *hot plate* selama ini hanya memanaskan 1 buah sampel sehingga boros dalam sisi ekonomi. Pada penelitian ini, rangkaian dimodifikasi sehingga bisa memanaskan 4 sampel secara bersamaan dalam 1 *hot plate*, sehingga efektif, ekonomis juga mendukung program pemerintah dalam penghematan pemakaian listrik. Faktor kesalahan dalam analisis sampel berkurang karena suhu uji tiap sampel sama. Uji coba alat modifikasi menunjukkan hasil yang memuaskan karena perubahan warna setelah pemanasan merata hal ini disebabkan karena panas merata terhadap ke 4 sampel uji.

**Kata Kunci:** Modifikasi, Hot plate, COD (*Chemical Oxygen Demand*).

## 1 PENDAHULUAN

Modifikasi secara umum dapat diartikan sebagai segala tindakan yang bertujuan merubah perilaku [1]. Modifikasi adalah merubah model, bentuk suatu alat mengurangi fungsi utama dari alat tersebut. Modifikasi dilakukan untuk meningkatkan performa, fungsi dari alat tersebut. Seiring meningkatnya jumlah mahasiswa setiap tahunnya tidak disertai penambahan peralatan dan gedung laboratorium, maka perlu dilakukan modifikasi alat yang ada di laboratorium. Modifikasi peralatan dimaksudkan untuk mengurangi tempat yang digunakan bagi peralatan dalam melakukan praktikum maupun penelitian.

*Hot Plate Magnetik Stirer* adalah peralatan laboratorium yang digunakan untuk memanaskan dan mengaduk satu larutan dengan larutan lain yang bertujuan untuk membuat suatu larutan homogen dengan bantuan batang magnet (*stir bar*). Prinsip kerja *hot plate* magnet dihubungkan pada motor dan magnet (*stir bar*) yang dimasukkan kedalam sehingga mempercepat pengadukan [2] Salah satu pemanfaatan *hot plate* dalam analisis nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah pemanasan sampel uji hingga mendidih selama 2 jam. Pada praktikum mahasiswa selama ini menggunakan *hot plate* yang banyak berdasarkan jumlah sampel uji, karena tiap sampel dipanaskan oleh 1 buah *hot plate*. *Hot Plate* memiliki permukaan yang lebar sehingga banyak permukaan yang kosong sementara panas pada plat permukaannya sama.

---

<sup>1</sup> \*Korespondensi penulis: Pabbenteng, email: pabbenteng@poliupg.ac.id

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada pada limbah seperti ammonia dan nitrit [3]. Semakin tinggi kadarnya, maka menandakan bahwa zat-zat tersebut berada dalam keadaan tidak wajar dan berbahaya jika dibuang langsung ke lingkungan. COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan salah satu job praktikum di laboratorium pengolahan limbah. Pada pengujian nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) di laboratorium pengolahan limbah menggunakan *hotplate* sebagai media pemanas. Pada praktikum penentuan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) harus menggunakan minimal 3 - 5 *hot plate* tiap praktikum. Tiap sampel menggunakan 1 buah *hotplate* sehingga menyebabkan pemborosan listrik dan tempat yang digunakan agak luas.

Manfaat penelitian ini adalah meningkatkan kinerja peralatan yang ada di laboratorium yaitu *hot plate* dalam pemanasan sampel untuk penentuan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*). Manfaat lain dari penelitian ini adalah penentuan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) bisa lebih akurat karena suhu pemanasan tiap sampel sama serta penggunaan listrik berkurang karena hanya menggunakan 1 *hot plate* untuk 3 atau 4 sampel. Penelitian ini juga mendukung program pemerintah yaitu penghematan energi listrik.

## 2 METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah metode eksperimental dengan melakukan perancangan dan modifikasi rangkaian *hot plate* serta pembuatan penyangga kondensor yang diletakkan diatas penangas rangkaian *hot plate*. Penyangga ini berfungsi sebagai pengikat kondensor saat melakukan uji nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) menggunakan rangkaian *hot plate* sebagai pemanas sampel. Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap perancangan, tahap modifikasi, tahap pembuatan penyangga kondensor, perakitan rangkaian dan tahap uji coba serta pengoperasian alat penentuan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) sampel.

Pada tahap perancangan dilakukan dengan membuat gambar alat atau desain alat yang akan dibuat berdasarkan spesifikasi dan jenis *hot plate* (kecil atau sedang) yang digunakan. Pada tahap ini semua bahan dan alat yang digunakan disiapkan untuk modifikasi rangkaian *hot plate*, penyangga atau pengikat kondensor serta rangkaian peralatan untuk pengujian nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*).

Pada tahap modifikasi rangkaian *hot plate* meliputi pembuatan penyangga kondensor dengan jumlah 3 buah untuk rangkaian *hot plate* kecil dan 4 buah untuk *hot plate*. Modifikasi ini meningkatkan kinerja *hot plate* yang sebelumnya hanya memanaskan satu wadah sampel dan setelah dimodifikasi bisa memanaskan sampel sebanyak 4 sampel uji sekaligus. untuk 1 *hot plate*. Alat ini efektif dan efisien dari segi pemakaian listrik dan area kerja yang digunakan serta faktor perbedaan suhu antara sampel bisa diminimalisir.

Tahap pembuatan penyangga/pengikat kondensor terdiri dari pipa galvanis holo, besi strip dan baut kupu-kupu. Pipa galvanis sebagai pegangan penyangga kondensor sehingga setelah posisi sampel bisa diatur dan dikunci dengan baut kupu-kupu. Besi strip sebagai cincin pengikat serta baut kupu-kupu sebagai kunci untuk buka tutup cincin kondensor. kondensor dari tiang penyangga 7 cm. Penyangga yang sudah jadi dilanjutkan dengan pengecatan.

Tahap perakitan meliputi pemasangan penyangga kondensor diatas *hot plate*, pemasangan kondensor pada cincin pengikatnya, penyambungan selang silikon terhadap saluran air pendingin kondensor, pemasangan pompa untuk mengalirkan air pendingin masuk kondensor serta pemasangan bak air pendingin yaitu baskom yang diisi es batu sebagai pengganti *chiller*.

Tahap uji coba pengujian rangkaian untuk penentuan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) meliputi pengecekan pompa air pendingin masuk kondensor dan pemanasan sampel menggunakan *hot plate* dan pengoperasian alat modifikasi *hot plate*. Pada tahap uji coba hal utama yang harus diperhatikan yaitu aliran air pendingin ke kondensor selama proses uji coba dan pengambilan data penelitian karena bahan kimia yang digunakan adalah bahan kimia yang bersifat asam kuar sehingga akan menghasilkan panas sehingga apabila dipanaskan cepat membentuk panas. Maka air pendingin melalui kondensor harus dipastikan dalam posisi ON. Rangkaian alat dan tahap uji coba ditunjukkan pada Gambar 1.



Lingk



Gambar 1. Proses Pengujian Sebelum Pemanasan (A) dan Setelah Pemanasan (B)

Pada Gambar 1(A) warna sampel awal berwarna merah bata dan setelah pemanasan (Gambar 1B) berwarna hijau dan semua sampel dalam 1 *hot plate*, hal ini menunjukkan bahwa pemanasan tiap sampel dalam 1 *hot plate* merata. Modifikasi *hot plate* dalam pengujian nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) berfungsi dengan baik ditunjukkan dengan perubahan warna yang merata diantara sampel dalam 1 media pemanas.

Tahap pengoperasian untuk penentuan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) sampel dilakukan dengan mengatur suhu pada *hot plate* dengan waktu pemanasan 2 jam. Prosedur kerja penentuan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) berdasarkan SNI 6989.15-2019 [4]. Prosedur pengujian nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebagai berikut: (1) 10 mL sampel dipipet dan dimasukkan kedalam erlenmeyer asah 250 mL, (2) HgSO<sub>4</sub> sebanyak 0,2 g ditambahkan kedalam erlenmeyer yang berisi sampel serta beberapa batu didih, (3) Larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,25 N ditambahkan kedalam erlenmeyer sebanyak 5 mL, (4) Campuran pereaksi AgSO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebanyak 15 mL ditambahkan kedalam erlenmeyer yang berisi sampel sambil didinginkan dalam air pendingin, (6) Erlenmeyer yang berisi sampel dihubungkan dengan kondensor dan dididihkan diatas *hot plate* (settingan suhu divariasi) dengan waktu pemanasan selama 2 jam.. Kondensor telah dialiri air pendingin menggunakan pompa, (7) Setelah 2 jam, kondensor dibilas dengan aquades hingga volume sampel sekitar 70 mL, (8) Sampel didinginkan sampai suhu kamar, lalu ditambahkan indikator ferroin 2-3 tetes, lalu dititrasi dengan FAS 0,25 N sampai terjadi perubahan warna ke merah kecokelatan. Jumlah FAS yang digunakan dicatat, (9) Perlakuan 1-7 dilakukan hal yang sama untuk blanko, tapi sampel pada point 1 diganti dengan aquades. Analisis blanko ini sekaligus dilakukan pembakuan larutan FAS dan dilakukan setiap penentuan COD (*Chemical Oxygen Demand*). (10) Perhitungan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Normalitas FAS} = \frac{(V1).(N1)}{V2} \dots\dots\dots(1)$$

dimana V1 = Volume larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> yang digunakan, mL; V2 = Volume larutan FAS yang dibutuhkan, mL; N1 = Normalitas larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

$$\text{Nilai COD (Chemical Oxygen Demand) (mg/L O}_2) = \frac{(A-B).(N).(8000)}{\text{mL uji contoh}} \dots\dots\dots(2)$$

dengan pengertian: A adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko, mL; B adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh/sampel, mL; N adalah normalitas larutan FAS

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi *hot plate* dalam analisis nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) terdiri dari beberapa tahapan yaitu pemilihan material, perancangan serta pengujian alat. Pipa galvanis digunakan dalam modifikasi ini karena memiliki sifat tahan terhadap korosi karena lapisan seng bersifat melindungi segala kondisi [5]. Pada saat pengujian hal utama yang harus diperhatikan adalah pendingin dipastikan dalam posisi ON. Hal ini dimaksudkan agar suhu pada sampel dan kondensor tidak berlebih sehingga bisa menimbulkan hal yang tidak diinginkan. Media pendingin terbuat dari baskom yang diletakkan diatas penyangga yang terbuat dari besi plat dan besi holo galvanis air pendingin dialirkan masuk kekondensor dengan bantuan pompa melalui selang silikon. Air pendingin yang digunakan adalah aquades, hal ini dilakukan untuk mencegah adanya lumut dalam kondensor yang dapat mempengaruhi proses pendinginan uap menjadi kondensat saat refluks dilakukan.

Pada modifikasi ini, kondensor ditopang menggunakan besi strip berbentuk cincin dan dikencangkan menggunakan baut kupu kupu saat proses pengujian berlangsung. Hal ini membuat kondensor aman saat digunakan karena posisi kondensor berada dalam cincin sehingga hal ini mengurangi resiko kondensor jatuh saat proses pengujian berlangsung. Selama ini menggunakan klem dimana posisi klem terbuka bagian depan

dan kondensor posisi terjepit dengan baut, sehingga saat proses pengujian selesai maka baut dilonggarkan dan kondensor harus dalam posisi dipegang saat dibuka karena bisa keluar dari kelm.

Modifikasi alat ini mampu menganalisis 4 sampel dalam 1 *hot plate* sehingga efektif dan efisien dalam pengujian sampel maupun dalam praktikum yang dilakukan oleh mahasiswa karena alat dan tempat yang digunakan bisa diminimalisir. Hal ini sangat membantu dalam proses praktikum mahasiswa ditengah bertambahnya jumlah mahasiswa sementara peralatan laboratorium terbatas. Penelitian ini juga menghemat listrik dan menghemat tempat yang digunakan serta bisa dipindahkan ketempat lain dan tidak bergantung pada lokasi yang harus ada penyangga paten terpasang ditempat itu.

Modifikasi *hot plate* pada penelitian ini mampu menguji nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) sampel dengan hasil yang sama jika menggunakan metode sebelumnya yaitu 1 *hot plate* menguji 1 sampel. Penggunaan arang aktif dan sekam padi dapat menurunkan kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada limbah laundry dengan menggunakan oven sebagai pemanasan sampel [6].

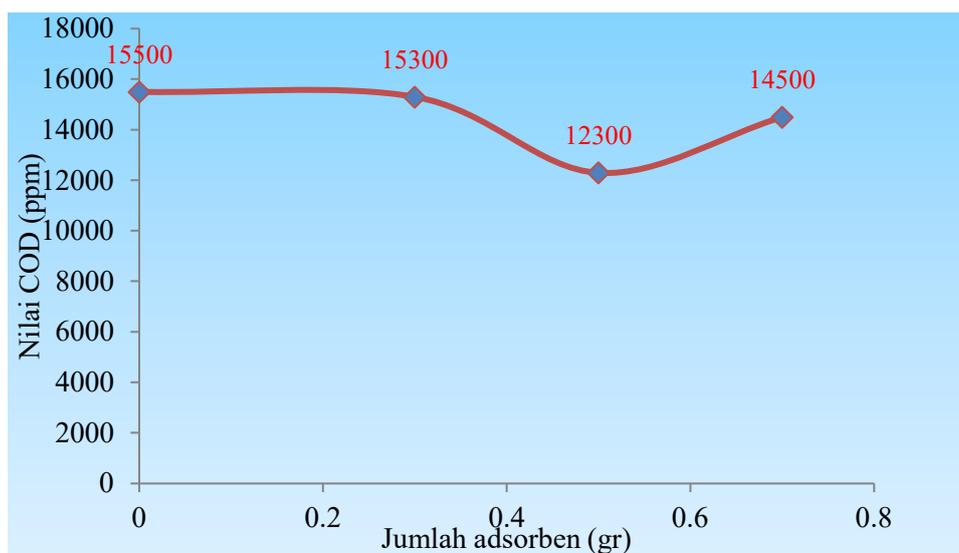
Pendingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang ditampung dalam bak dan dipompakan masuk kedalam kondensor. Air yang telah melewati kondensor akan mengalami kenaikan suhu karena proses refluks pengujian COD (*Chemical Oxygen Demand*) membutuhkan pemanasan diatas suhu asam sulfat yaitu sekitar 200 °C. Air pendingin tersebut yang ditampung dalam baskom harus ditambahkan es agar suhu air masuk kondensnor lebih dingin sehingga menimbulkan kondensasi saat refluks berlangsung. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Indrawati dimana pendingin yang digunakan menggunakan air Cooling Tower sehingga tidak membutuhkan media untuk menurunkan suhu air pendingin berupa es batu atau termostat untuk menurunkan suhu air pendingin [7].

Pengujian alat terhadap limbah menggunakan arang sebagai adsorben arnag. Air limbah mengalami penurunan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) dengan adanya penambahan arang kedalam limbah tersebut. Penurunan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Hasil Uji Coba Alat

No	Kode Sampel	Volume Penitar $\text{Fe}\{(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)\}_2$ 0,25 N (mL)	Nilai COD ( mg/L O <sub>2</sub> )
1.	Blanko	16,2	-
2.	Awal	0,7	15500
3.	0,3 g Karbon (Adorben)	0,9	15300
4.	0,5 g Karbon (Adorben)	3,9	12300
5.	0,7 g Karbon (Adorben)	1,7	14500

Jumlah arang yang ditambahkan sebagai adsorben pada pengujian nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) menurun dengan bertambahnya jumlah arang yang digunakan, tetapi pada kondisi tertentu arang tersebut mengalami kejenuhan sehingga kembali meningkat nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) limbah tersebut. Pada peneltian ini dala uji coba alat ini jumlah adsorben efektif pada 0,5 gr arang dalam 100 mL sampel yang diuji. Untuk melihat pengaruh jumlah adsorben terhadap nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) sampel ditunjukkan pada Gambar 2. berikut ini.



Gambar 2. Grafik hubungan antara nilai COD terhadap jumlah adsorben

Pada proses ujicoba alat ini menggunakan 0,5gram arang sebagai adsorben yang optimum karena memiliki nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang paling rendah. Jumlah arang sebanyak 0,7 gr kembali mengalangi kenaikan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) karena pada kondisi ini mengalami proses kejenuhan. Setiap adsorben memiliki tingkat kejenuhan yang berbeda terhadap sampel yang diarsorbsi.

Pada penelitian ini, waktu yang digunakan dalam pemanasan sampel yaitu 2 jam. Selama refluks berlangsung, air pendingin tetap dijaga serta air penampung pendingin dipastikan dalam kondisi suhu lebih rendah dari air pendingin yang keluar dari kondensor. Setelah pemanasan selama berlangsung 2 jam, maka warna sampel berubah warna dari merah menjadi hijau seperti pada Gambar 1. Setelah itu, proses penentuan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) dilanjutkan dengan cara titrasi. Umumnya refluks dengan bantuan pemanasan menggunakan *hot plate* berlangsung selama 2 jam, hal ini sama dengan metode *Multi Soil Layering* (MSL) dalam penurunan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) menggunakan *hot plate* [8].

Nilai COD menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik, baik secara kimiawi (*biodegradable*) maupun *nonbiodegradable* menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Penggunaan oksidasi kuat akan mendapati gangguan yaitu adanya ion  $\text{Cl}^-$  dalam sampel. Untuk menghilangkan hal ini maka dilakukan penambahan  $\text{HgSO}_4$  [9]. Pada prinsipnya pengukuran nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah penambahan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  sebagai oksidator pada sampel (diketahui volumenya) yang telah ditambahkan katalis perak sulfat dan asam pekat lalu dipanaskan. Kelebihan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  dititrasi, jumlah  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  yang dipakai untuk oksidasi bahan organik dapat dihitung dan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) dapat ditentukan, tetapi senyawa kompleks anorganik dalam perairan dapat teroksidasi ikut dalam reaksi sehingga mengganggu gambaran kandungan bahan organik [10].

#### 4. KESIMPULAN

Modifikasi *hot plate* dalam pengujian nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) dapat digunakan dengan baik karena panas terhadap sampel merata. Setiap *hot plate* dapat memansakan dan merefluks 4 sampel secara bersamaan. Uji coba alat modifikasi dalam pengujian nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) menunjukkan hasil yang baik ditandai dengan perubahan warna terhadap sampel uji yang merata kepada 4 sampel dalam 1 *hot plate*. Modifikasi alat terbuat dari besi holo galvanis, besi strip, baut kupu kupu. Pendingin menggunakan baskom yang diisi dengan es batu dan diletakan pada meja penyangga pendingin yang terbuat dari besi holo galvanis dan besi plat.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman Pranata Laboratorium Pendidikan PNUP, Ketua Jurusan Teknik Kimia dan staf PNUP, Ketua P3M PNUP dan staf, serta Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. A. Rifqi, Syarifuddin, J. Syarif, Murthadahadi, and Hasrin, “Modifikasi Mesin Pencetak Empek-Empek Lenjeran Dengan Daya 1,5 HP,” *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 2–5, 2021.
- [2] S. Sandi Pratiwi, “Penggunaan HotT Plate Mamgnetic Stirrer Dalam Prmbuatan Gliserol Dari Reaksi Hidrolisis Minyak Goreng Bekas Dengan Katalis Asama Kloroda,” 2018.
- [3] E. Nuraini, T. Fauziah, and F. Lestari, “Penentuan Nilai BOD dan COD Limbah Cair Inlet Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik ATK Yogyakarta,” *Integr. Lab J.*, vol. 7, no. 2, pp. 10–15, 2019.
- [4] SNI 06-6989.15-2004, *Air dan air limbah - Bagian 15: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) refluks terbuka dengan refluks terbuka secara titrimetri*. Indonesia, 2004, p. 9.
- [5] F. Y. Hutauruk, “Analisa Laju Korosi Pada Pipa Baja Karbon Dan Pipa Galvanis Dengan Metode Elektrokimia,” ITS , Surabaya, 2017.
- [6] R. M. Mefiana and A. Sugiharto, “Uji Efektivitas Karbon Aktif dan Abu Sekam Padi dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Limbah Cair Laundry,” *J. Kartika Kim.*, vol. 4, no. 2, pp. 83–88, 2021.
- [7] T. Indrawati, I. Indrariningrum, and R. R. Ginanjar, “Perancangan ‘Mini Cooling Tower’ Sederhana Sebagai pendingin Air Kondensor Pada Proses Refluks Ujichemical Oxygen Demand (Cod),” *J. TEMAPELA*, vol. 1, no. 1, pp. 16–22, 2018.
- [8] Imanto, Suyata, and Zufahair, “Optimasi Penurunan COD,BOD, Dan TSS Limbah Cair Industri Etanol (vinasse) PSA Palimanan Dengan Metode Multi Soil Layering(MSL),” *Molekul*, vol. 8, no. 2, pp. 131–141, 2013.
- [9] D. Setyaningrum, Z. Anisa, and H. P. Rasydta, “Pengujian kadar chemical oxygen demand (COD) pada air limbah tinggi kalsium klorida menggunakan metode refluks terbuka,” *Formosa J. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 4, pp. 353–362, 2022.
- [10] W. Atima, “BOD Dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah,” *Biosel Biol. Sci. Educ.*, vol. 4, no. 1, p. 83, 2015.