

MODIFIKASI ALAT JAR TEST PADA LABORATORIUM PENGOLAHAN LIMBAH

Pabbenteng^{1,*}, Elisabeth Alwina², Kissan³, Zamrudin⁴, Herman HR⁵
^{1,2} Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
³ Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
⁴ Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
⁵ Program Studi D3 Teknik Listrik, Politeknik Negeri Fakfak, Fakfak.

ABSTRACT

The Jar Test is a method used to evaluate the performance of a coagulant in the water purification process. The analysis of the coagulation results includes turbidity, TSS, and TDS. The Jar Test apparatus has been modified by adding a measuring device equipped with a digital display to control and monitor the stirring speed during the coagulation process. The purpose of this study is to determine the modified design of the Jar Test, as well as the type of digital stirring speed controller and timer used, to make the coagulation process more effective and efficient. This research also improves the function of the existing Jar Test device in the wastewater treatment laboratory. Based on the performance test results, for the turbidity, the highest effectiveness of 47.40% was achieved using a T-type stirrer at 20 rpm. For the TSS, the highest effectiveness of 90.57% was obtained using a cross-type stirrer at 26 rpm. For the TDS, an effectiveness of 29.34% was achieved using the same cross-type stirrer at 26 rpm. The settling time after stirring was set to 15 minutes, with the use of 0.5 g of alum for each treatment.

Keywords: *Modification, Jar Test, Turbidity, TSS, TDS*

ABSTRAK

Jar Test merupakan metode untuk menguji kemampuan suatu koagulan dalam proses penjernihan air. Analisis uji hasil proses koagulasi yaitu kekeruhan, TSS dan TDS. Alat Jar Test telah ditambahkan alat ukur pengatur kecepatan pengadukan yang menggunakan display untuk membaca kecepatan yang berlangsung saat proses koagulasi berjalan. Tujuan penelitian ini adalah menentukan modifikasi desain Jar Test, jenis alat ukur pengatur kecepatan pengadukan dan timer yang menggunakan display, sehingga proses koagulasi efektif dan efisien. Penelitian ini juga meningkatkan fungsi dari alat Jar Test yang ada di laboratorium pengolahan limbah. Pada uji efektivitas alat, diperoleh hasil untuk parameter kekeruhan, nilai efektivitas tertinggi sebesar 47,40% dicapai pada jenis pengaduk T dengan kecepatan 20 rpm. Untuk parameter TSS, nilai efektivitas tertinggi sebesar 90,57% diperoleh pada jenis pengaduk + dengan kecepatan 26 rpm. Parameter TDS, efektivitas sebesar 29,34% pada jenis pengaduk + dengan kecepatan 26 rpm. Waktu pengendapan setelah proses pengadukan ditetapkan selama 15 menit, dengan penggunaan tawas sebanyak 0,5 gr untuk setiap perlakuan.

Kata Kunci : *Modifikasi, Jar Test, Kekeruhan, TSS, TDS*

1. PENDAHULUAN

Modifikasi merupakan suatu perubahan dalam penyusunan rencana atau perubahan terhadap sesuatu dalam konsep awal. Modifikasi adalah cara mengubah bentuk suatu barang dari kurang menarik menjadi lebih menarik tanpa menghilangkan fungsi aslinya, serta menampilkan bentuk yang lebih bagus dari aslinya. Modifikasi alat bertujuan meningkatkan efisiensi waktu penggunaan dan mutu produk yang dihasilkan alat yang dimodifikasi [1]. Modifikasi peralatan di laboratorium telah banyak dilakukan seperti modifikasi sirkulasi pendingin mesin pembuat aquades. Modifikasi alat pembuat aquades tersebut menambah volume aquades yang dihasilkan tiap menitnya sehingga alat menjadi lebih efisien [2].

Jar test adalah suatu metode pengujian untuk mengetahui kemampuan suatu koagulan untuk menentukan kondisi operasi (dosis) optimum pada proses penjernihan air dan air limbah [3]. Hasil Jar Test yang diukur meliputi pH air limbah, TSS dan kekeruhannya serta dosis penambahan koagulan untuk volume air limbah tertentu, sehingga dapat diketahui jumlah kebutuhan koagulan dalam pengolahan air limbah yang sebenarnya. Jar Test yang ada di laboratorium Pengolahan Limbah Jurusan Teknik Kimia belum memiliki display kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan yang bisa disetting dan terbaca pada alat tersebut. Jar

* Korespondensi penulis: Pabbenteng, email pabbenteng@poliupg.ac.id

Test yang ada di laboratorium pengolahan limbah efektif pada waktu pengadukan 15 menit dengan jumlah tawas sebanyak 0,5 gr dalam 800 mL sampel air menggunakan pengaduk T [4].

Koagulan merupakan suatu bahan pada proses pengolahan air yang berfungsi untuk mengendapkan partikel berukuran kecil yang tidak bisa mengendap dengan sendirinya [5]. Bahan koagulan terdiri dari bahan alami dan konvensional. Persyaratan koagulan yaitu kation trivalen, non toksik, dan tidak akan larut pada batas pH netral. Pada proses koagulasi dan flokulasi dibutuhkan pH yang optimum dalam prosesnya. pH optimum pada proses koagulasi dan flokulasi yaitu pada pH 6 [6].

Fungsi koagulan mengikat partikel atau kotoran yang terkandung dalam air menjadi gumpalan dengan ukuran lebih besar sehingga mudah mengendap. Koagulan yang umum digunakan yaitu aluminium sulfat atau yang umum dikenal dengan nama tawas [7]. Zat koagulan lain yang biasa digunakan adalah poli aluminium klorida (*Poly Aluminum Chloride/PAC*), besi (II) sulfat dan besi (III) sulfat. Penentuan zat koagulan ini bergantung pada karakteristik air limbah yang diolah. Selain zat koagulan, yang perlu dipertimbangkan yaitu alat flokulator yang tepat untuk hasil yang optimal.

Flokulasi adalah proses lanjutan koagulasi, dimana mikro flok dari koagulasi terjadi penggumpalan partikel koloid yang membentuk flok yang memiliki diameter lebih besar dan bisa diendapkan disertai proses pengadukan secara perlahan [5]. Proses flokulasi terjadi dengan adanya penambahan flokulan. Flokulan akan mengikat partikel sehingga terbentuk flok dengan ukuran lebih besar sehingga flok tersebut akan mengendap ke permukaan wadah penampung.

Proses flokulasi terdiri dari 2 jenis yaitu perikinetik dan flokulasi orthokinetik. Flokulasi perikinetik adalah flok yang diakibatkan oleh adanya thermal (panas) yang dikenal sebagai gerak Brown. Flokulasi orthokinetik adalah proses terbentuknya flok yang diakibatkan oleh terbentuknya gerak media (air) misalnya pengadukan [8]. Pada proses koagulasi dengan metode Jar Test tergolong tipe flokulasi orthokinetik karena adanya pengadukan pada proses metode Jar Test.

Salah satu peralatan laboratorium yang banyak digunakan mahasiswa baik praktikum maupun penelitian adalah Jar Test. Tetapi Jar Test yang ada di laboratorium pengolahan limbah saat ini belum menampilkan kecepatan pengaduk saat beroperasi. Pada saat ini hanya jenis pengaduk yang berbeda dan wadah sampel masih menggunakan wadah kaca. Pada penelitian ini, Jar Test dimodifikasi dengan menambahkan peralatan pembaca kecepatan pengadukan dan terbaca pada display Jar Test. Wadah sampel diganti menggunakan wadah plastik, sehingga resiko pecah wadah bisa diminimalisir. Laboratorium uji yang ada di kampus sebagai support terhadap kebijakan pemerintah yaitu kampus dengan status Badan Layanan Umum (BLU).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan Rancang Bangun Jar Test Pada Laboratorium Pengolahan Limbah yang dilakukan pada tahun 2024 [4]. Pada tahun 2025 dilanjutkan penelitian dengan menambahkan peralatan berupa alat pembaca kecepatan dan timer yang dilengkapi dengan display sehingga kecepatan pengaduk terbaca pada display dan waktu pengadukan akan berhenti secara otomatis saat waktu yang disetting tercapai. Peralatan ini yang menyebabkan Jar Test menjadi lebih efektif dan efisien. Perancangan dan perakitan alat tambahan dilakukan di jurusan bengkel jurusan Teknik Elektro. Uji coba dan pengambilan data dilakukan di laboratorium pengolahan limbah jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat pembaca kecepatan pengaduk, display pembaca kecepatan, timer dan gelas kimia plastik volume 1 liter. Bahan yang digunakan yaitu tawas dan kertas saring Whatman nomor 41. Tawas digunakan saat proses koagulasi, sementara kertas saring digunakan saat pengujian Total Suspended Solid (TSS) dan Total Dissolve Solid (TDS) sampel.

Metode penelitian ini terdiri dari tahap perancangan, tahap perakitan dan tahap uji coba alat serta analisis hasil koagulasi dari alat Jar Test yang dimodifikasi. Tahap perancangan berupa gambar atau desain alat. Pada gambar atau desain alat dilanjutkan dengan penentuan spesifikasi alat tambahan yang digunakan. Dari gambar atau desain alat dibutuhkan display pengukur kecepatan pengadukan dan timer, sehingga alat bisa berhenti sendiri setelah waktu yang disetting tercapai. Kecepatan pengadukan juga bisa disetting melalui display yang dipasang pada alat Jar Test yang dimodifikasi.

Pada tahap perakitan, dilakukan pemasangan pengukur kecepatan motor dan timer yang menggunakan display pada alat Jar Test yang dimodifikasi. Alat ukur kecepatan dihubungkan dengan motor pengaduk sehingga nilai kecepatan terbaca pada display. Angka yang terbaca pada display yaitu angka 8, 9, 1050.

Pada angka yang terbaca pada display diukur kecepatannya menggunakan Tachometer. Pada angka 8 ekivalen dengan 20 rpm; angka 9 ekivalen dengan 26 rpm; angka 10 ekivalen dengan kecepatan 33 rpm; angka 11 ekivalen dengan kecepatan 39 rpm; angka 12 ekivalen dengan 45 rpm dan angka 13 ekivalen dengan 51 rpm. Jar Test hasil modifikasi ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Alat Jar Test hasil modifikasi

Tahap uji coba meliputi uji coba kecepatan motor pengaduk, pengadukan sampel hingga uji coba proses koagulasi menggunakan sampel air sungai dekat kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang. Tahap uji coba proses koagulasi menggunakan alat Jar Test ini menggunakan flokulan tawas 0,5 gr pada setiap 800 mL sampel air sungai dengan waktu pengadukan selama 15 menit dengan kecepatan 20; 26;33;39;45 dan 51 rpm.

Analisis data hasil uji coba alat yaitu uji kekeruhan menggunakan alat turbidimeter. Analisis sampel yang lainnya yaitu uji (TSS) dan (TDS). Uji TSS dan TDS menggunakan kertas saring Whatman no 42, cawan porselin, cawan petridish, erlenmeyer vakum, corong burchner, pengaduk kaca. Alat Jar Test ini sangat dibutuhkan pada praktikum analisis pencemaran dan pengolahan limbah pada percobaan koagulasi. Data hasil uji coba perlakuan tawas 0,5 gr; waktu pengadukan 15 menit; pengaduk J, waktu simpan 15 menit dapat dilihat pada Tabel 1. Perlakuan tawas 0,5 gr; waktu pengadukan 15 menit; pengaduk +, waktu simpan 15 menit dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Data hasil uji coba perlakuan 1.

Pembacaan Display	Kecepatan Pengaduk (RPM)	Kekeruhan (NTU)	Total Suspended Solid (mg/L)	Total Dissolved Solit (mg/L)	Warna
0 (Sampel)	0 (Tanpa Tawas)	30,8	159	334	Kuning
8	20	16,2	121	298	Bening
9	26	17,5	114	257	Bening
10	33	20,3	137	272	Bening
11	39	26,5	96	261	Bening
12	45	31,7	60	249	Bening
13	51	31,5	127	255	Bening

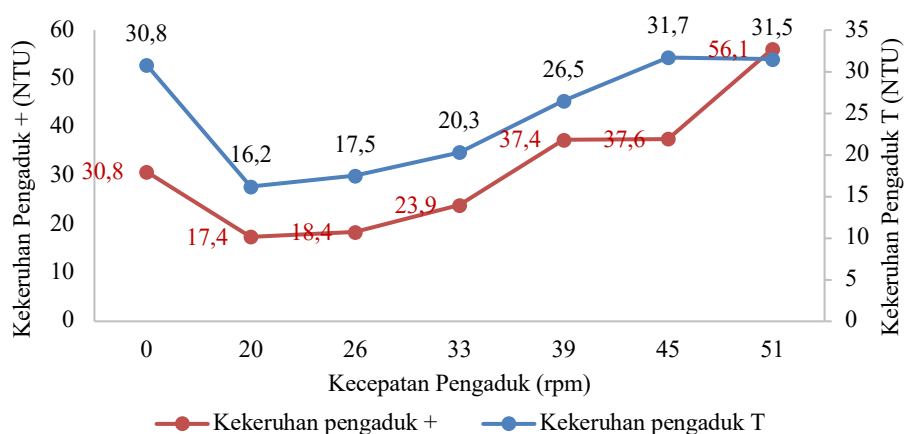
Tabel 2. Data hasil uji coba perlakuan 2.

Pembacaan Display	Kecepatan Pengaduk (RPM)	Kekeruhan (NTU)	Total Suspended Solid (mg/L)	Total Dissolved Solit (mg/L)	Warna
0 (Awal)	0 (Tanpa Tawas)	30,8	159	334	Kuning
8	20	17,4	15	245	Bening
9	26	18,4	19	236	Bening
10	33	23,9	77	265	Bening
11	39	37,4	102	243	Bening
12	45	37,6	104	253	Bening
13	51	56,1	101	260	Bening

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi Alat Jar Test ditunjukkan pada Gambar 1 menggunakan display yang menunjukkan kecepatan pengaduk yang merupakan konversi dari nilai yang terbaca pada display. Konversi tersebut adalah hasil dari pengukuran kecepatan menggunakan Tachometer. Angka pada display mulai dari angka 8 setara dengan 20 rpm seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

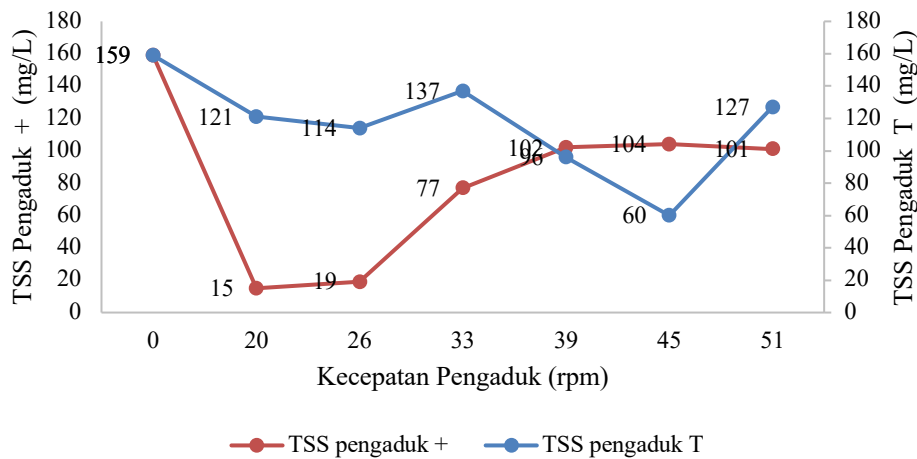
Pengaruh jenis pengaduk terhadap kekeruhan ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Grafik kecepatan pengaduk terhadap kekeruhan

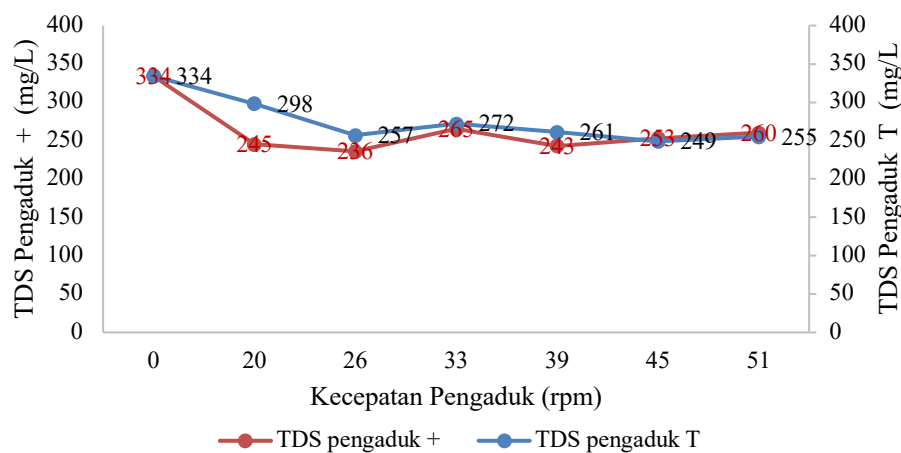
Pada pengaduk +, nilai kekeruhan semakin meningkat dengan meningkatnya kecepatan pengaduk bahkan kekeruhannya lebih besar daripada sampel awal. Pada jenis pengaduk T, nilai kekeruhan juga meningkat pada kecepatan 45 rpm dan 51 rpm, tetapi nilai kekeruhannya tidak beda jauh dengan nilai kekeruhan sampel awal. Hal ini disebabkan oleh kecepatan pengaduk yang sama antara jenis pengaduk T dan +, pusaran sampel lebih besar pada pengaduk +. Waktu tinggal 15 menit setelah pengadukan tercapai, sehingga pada pengaduk +, setelah 15 menit waktu tinggal masih ada partikel atau koloid flokulan yang melayang sehingga saat pengambilan sampel masih terikut. Akibat adanya koloid yang melayang ini maka nilai kekeruhan meningkat, berbeda dengan pengaduk T, setelah 15 menit waktu tinggal pada kecepatan pengaduk yang sama, koloid sudah mengendap di bagian dasar. Pengendapan koloid ini berdasarkan gravitasi sehingga dengan pusaran air lebih pelan maka koloid akan lebih cepat mengendap ke bagian dasar wadah sampel.

Nilai *Total Suspended Solid* (TSS) untuk jenis pengaduk + dan pengaduk T terhadap sampel ditunjukkan pada Gambar 3, dimana nilai *Total Suspended Solid* (TSS) untuk jenis pengaduk + juga lebih rendah pada kecepatan pengaduk yang lebih besar dibandingkan dengan pengaduk T. Pada kecepatan 51 rpm nilai TSS untuk pengaduk + yaitu 101 mg/L sedangkan pada pengaduk T sebesar 127 mg/L. Hal ini disebabkan oleh partikel melayang pada sampel belum sempurna mengendap semua pada waktu tinggal 15 menit setelah pengadukan.



Gambar 3. Grafik kecepatan pengaduk terhadap TSS

Nilai TDS pada kecepatan 51 rpm, dimana pengaduk + lebih besar dibandingkan dengan pengaduk T yaitu 260 mg/L untuk pengaduk + dan 255 mg/L untuk pengaduk T. Nilai TDS untuk pengaduk + lebih besar dibandingkan dengan pengaduk T, hal ini disebabkan jumlah pusaran air untuk pengaduk + lebih besar dibandingkan pengaduk T, walaupun putaran pengaduk sama. Nilai TDS untuk jenis pengaduk + dan pengaduk T ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik kecepatan pengaduk terhadap TDS

Pada Gambar 2 menunjukkan nilai kekeruhan mengalami penurunan drastis pada kecepatan 20 rpm yaitu 16,2 NTU. Pada pengaduk T dengan kecepatan rendah memiliki efektifitas sebesar 47,40%, sedangkan pada kecepatan tinggi nilai kekeruhan meningkat. Hal ini disebabkan koagulan pada kecepatan tinggi dengan waktu penyimpanan 15 menit setelah pengadukan, hal ini disebabkan oleh partikel koloid belum mengendap ke permukaan dibandingkan dengan kecepatan pengadukan yang lebih rendah. Pada waktu tinggal 30 menit mencapai 98,6% pada penelitian yang dilakukan oleh Laila [9]. Nilai TSS efektif pada jenis pengaduk + dengan kecepatan 26 rpm dengan nilai efektifitas 90,57%. Untuk nilai TDS efektif pada kecepatan 26 rpm dengan jenis pengaduk + yaitu 29,34% pada jenis pengaduk +. Pada penelitian ini menggunakan waktu tinggal 15 menit setelah pengadukan.

4. KESIMPULAN

Modifikasi Alat Jar Test dengan pemasangan display kecepatan dan timer dapat beroperasi dengan baik berdasarkan waktu setting dan kecepatan pengadukan yang disetting. Efektifitas alat Jar Test modifikasi untuk nilai kekeruhan yaitu 47,4% untuk jenis pengaduk T pada kecepatan 20 rpm, TSS pada jenis pengaduk + pada

kecepatan 26 rpm dengan nilai efektifitas 90,57% serta TDS pada jenis pengaduk + pada kecepatan 26 rpm dengan nilai efektifitas 29,34%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dihaturkan kepada Direktur PNUP dan kepala P3M PNUP atas bantuan dana penelitian tahun anggaran 2025.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sirait. Jantri, “Modifikasi alat pengasapan ikan untuk peningkatan efisiensi waktu pengasapan,” *Jurnal Ris. Teknol. Ind.*, vol. 12, no. 2, pp. 77–85, 2018.
- [2] M. Marjuni, O. Minarto, and S. C. Wahyono, “Modifikasi Sirkulasi Air Pendingin Alat Destilasi pada Proses Pembuatan Akuades,” *J. Fis. Flux J. Ilm. Fis. FMIPA Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 18, no. 1, p. 16, 2021, doi: 10.20527/flux.v18i1.8888.
- [3] H. Husaini, S. S. Cahyono, S. Suganal, and K. N. Hidayat, “Perbandingan Koagulan Hasil Percobaan Dengan Koagulan Komersial Menggunakan Metode Jar Test,” *J. Teknol. Miner. dan Batubara*, vol. 14, no. 1, p. 31, 2018, doi: 10.30556/jtmb.vol14.no1.2018.387.
- [4] Pabbenteng, E. Alwina, Kissan, Zamrutdin, and Faisal, “Rancang Bangun Jar Test Pada Laboratorium Pengolahan Limbah,” *Pros. 7th Semin. Nas. Penelit. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 8, pp. 50–55, 2024.
- [5] M. Febrianti, N. Pramitasari, and A. M. Kartini, “Dosis Koagulan Optimum pada Proses Koagulasi Flokulasi Menggunakan Koagulan Serbuk Biji Hanjeli dalam Menurunkan Kekeruhan,” *J. Dampak*, vol. 20, no. 1, p. 1, 2023, doi: 10.25077/dampak.20.1.1-7.2023.
- [6] S. E. Widiyanti, P. Pabbenteng, E. W. Saputra, and A. N. Islamiati, “Optimasi Proses Koagulasi Menggunakan Campuran Koagulan Aluminium Sulfat Dan Poly Aluminium Chloride (1:1) Pada Pengolahan Air Sungai Tello,” *Konversi*, vol. 8, no. 1, pp. 59–62, 2019, doi: 10.20527/k.v8i1.6515.
- [7] I. Farodilah, R. N. Sunarti, Y. P. Intan, and R. V. Sari, “Penentuan Konsentrasi Optimum Aluminium Sulfat dengan Metode Jar Test Pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Di PDAM Tirta Musi Palembang,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 80–86, 2018.
- [8] Z. Rahimah, H. Heldawati, and I. Syauqiah, “Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur Dan Pac,” *Konversi*, vol. 5, no. 2, p. 13, 2018, doi: 10.20527/k.v5i2.4767.
- [9] L. Febrina and A. Zilda, “Efektifitas Tawas Dari Minuman Kaleng Bekas Sebagai Koagulan Untuk Penjernih Air,” *Sustain. Environ. Optim. Ind. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 71–79, 2022, doi: 10.36441/seoi.v1i1.610.