

ANALISIS PENAMBAHAN DOSIS ALUMINIUM SULFAT TERHADAP PH AIR DENGAN METODE JAR-TEST DI PT. HANARIDA TIRTA BIRAWA

¹⁾Lailatus Syafa'ah, ²⁾Muchammad Adiono ³⁾Evi Suaebah, ⁴⁾Lydia Rohmawati

¹⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: lailatussyafaah.21024@mhs.unesa.ac.id

²⁾ PT. Hanarida Tirta Birawa, Sidoarjo, email: muchammad.adiono79@gmail.com

³⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: evisuaebah@unesa.ac.id

⁴⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: lydiarohmawati@unesa.ac.id

Abstrak

Metode *Jar Test* merupakan suatu metode pengujian untuk mengetahui kemampuan suatu koagulan dan menentukan kondisi operasi dosis optimum pada proses penjernihan air. *Jar Test* biasanya digunakan untuk menentukan konsentrasi dari koagulan. Koagulan yang digunakan yaitu aluminium sulfat. Besaran yang diukur dan dicatat dalam *Jar Test* meliputi pH dan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Namun, parameter yang diukur pada penelitian ini yaitu pH. pH merupakan parameter penting untuk menentukan kadar asam atau basa dalam air. pH air yang diproduksi oleh PT. Hanarida Tirta sekitar >7. pH yang sesuai akan meningkatkan efisiensi pengolahan air dengan mengurangi kekeruhan dan kandungan zat-zat terlarut. Berdasarkan hasil pengujian *jar-test*, pemberian bahan kimia yaitu aluminium sulfat dapat mengurangi nilai pH kadar air baku di PT. Hanarida Tirta Birawa dengan penurunan sebesar 5%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai PH dengan penambahan koagulan telah memenuhi standart SNI 698911.2019. Adanya dosis yang optimal dalam penggunaan aluminium sulfat dapat mengurangi potensi risiko kesehatan akibat penggunaan koagulan yang berlebihan.

Kata Kunci: *Jar-test*, Koagulan, pH.

Abstract

The *Jar Test* method is a test method to determine the ability of a coagulant and determine the optimum dosage operating conditions in the water purification process. *Jar Test* is usually used to determine the concentration of the coagulant. The coagulant used is aluminum sulfate. The quantities measured and recorded in the *Jar Test* include pH and NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). However, the parameter measured in this study is pH. pH is an important parameter for determining acid or base levels in water. The pH of water produced by PT Hanarida Tirta is around >7. The appropriate pH will increase the efficiency of water treatment by reducing turbidity and solute content. Based on the results of *jar-test* testing, the provision of chemicals, namely aluminum sulfate, can reduce the pH value of raw water levels at PT Hanarida Tirta Birawa with a decrease of 5%. These results indicate that the PH value with the addition of coagulants has met the SNI 698911.2019 standard. The existence of an optimal dose in the use of aluminum sulfate can reduce potential health risks due to excessive coagulant use.

Keywords: *Jar-test*, coagulant, pH.

I. PENDAHULUAN

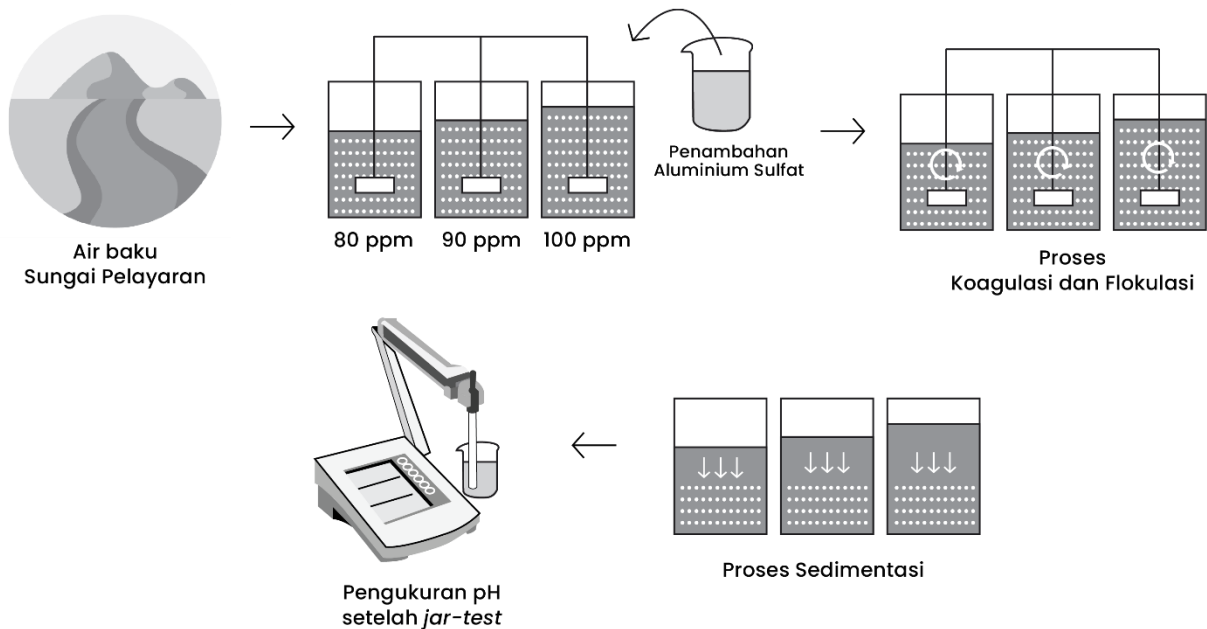
Air baku merupakan air yang berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah, dan air hujan. Air merupakan sumber daya alam yang penting dan dibutuhkan oleh makhluk hidup (Wahyudin, 2022). Air mudah terkontaminasi oleh zat lain karena sifatnya yang mudah terlarut secara alami. Pembuangan limbah cair di tempat terbuka dapat mengkontaminasi air tanah dan permukaan sehingga menurunkan kualitas air (Revansyah *et al.*, 2023). Industri air bergantung pada sumber air baku. PT. Hanarida Tirta Birawa merupakan suatu perusahaan yang menyediakan air bersih bagi masyarakat Kabupaten Sidoarjo. Kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air yang di produksi merupakan komponen penting yang mempengaruhi keberhasilan sistem instalasi pengolahan air. PT. Hanarida Tirta Birawa telah menerapkan sistem manajemen baku mutu ISO 9001:2015 untuk menjamin kualitas air yang diinginkan dan memenuhi persyaratan konsumen. Standar kualitas air baku yang digunakan adalah Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pengolahan air PT. Hanarida Tirta Birawa menggunakan tiga IPA (Instalansi Pengolahan Air) yaitu IPA 1, IPA 2, dan IPA 3, yang masing-masing tidak selaras. Kapasitas produksi IPA 1 yaitu 320 liter/det, IPA 2 yaitu 190 liter/det, dan IPA 3 adalah 120 liter/det (Rizqiain & Afrianisa, 2021). Tujuan pengolahan air IPA yaitu untuk menghilangkan zat-zat pencemar melalui berbagai proses seperti koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi. Proses ini juga membunuh mikroorganisme, bakteri, virus, dan bahan kimia yang berbahaya dari air baku dengan memenuhi standar baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023. Selama proses pengolahan, sangat penting untuk memastikan bahwa pH air tetap sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Pada tahap akhir yaitu proses desinfeksi menggunakan bahan kimia seperti klorin untuk membunuh mikroorganisme berbahaya. Air yang dihasilkan sebagai hasil dari proses pengolahan dapat dikonsumsi dengan aman karena memenuhi standar kualitas dan kuantitas air yang baik.

Sumber air baku yang digunakan oleh PT. Hanarida Tirta Birawa berasal dari sungai Pelayaran. Meskipun air tersebut mengalir di badan air, kelas air standar sungai Pelayaran masuk ke dalam kelas II menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008. Air tersebut belum memenuhi syarat sebagai bahan baku air bersih. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan lebih lanjut sehingga kualitas air dapat memenuhi syarat bahan baku air bersih. Pengolahan air baku dilakukan menggunakan metode *Jar-test*. *Jar-test* merupakan percobaan laboratorium yang digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu koagulan dan menentukan kondisi operasi dosis optimum pada proses penjernihan air. Besaran yang diukur dan dicatat dalam *Jar-test* meliputi pH dan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) (Husaini *et al.*, 2018). Air yang jernih memiliki nilai pH (*Power of Hydrogen*) netral yaitu sekitar 6,5 - 8,5. pH merupakan salah satu parameter kimia yang menyatakan seberapa asam dan basa suatu larutan (Revansyah *et al.*, 2023). Metode *Jar-test* mensimulasikan proses koagulasi dan flokulasi untuk menghilangkan padatan tersuspensi (*suspended solid*) dan zat organik yang dapat menyebabkan kekeruhan, bau, dan rasa (Husaini *et al.*, 2018). Aluminium sulfat merupakan salah satu koagulan yang paling umum digunakan dalam penjernihan air selama proses *jar-test*. Penggunaan aluminium sulfat berfungsi untuk menurunkan pH dan *turbidity* air sehingga dapat menjernihkan air. Pada proses flokulasi merupakan proses pengumpulan partikel-partikel dengan muatan tidak stabil yang saling bertubrukan sehingga membentuk kumpulan partikel-partikel dengan ukuran yang lebih besar (Rusydi *et al.*, 2017). Aluminium sulfat akan langsung larut dalam air, tetapi larutannya bersifat korosif terhadap aluminium, besi, dan beton, sehingga tangki yang mengandung bahan-bahan tersebut membutuhkan lapisan pelindung. Aluminium sulfat dapat berupa cairan dengan konsentrasi 8,3% atau dalam bentuk kering (bubuk, granula, atau balok) dengan konsentrasi 17,1% (Kristijarti *et al.*, 2013). Pada penelitian ini menekankan penentuan dosis optimal aluminium sulfat untuk pengolahan air dalam menghasilkan air bersih sesuai dengan standar Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/PER/IV/2010.

II. METODE

A. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dimulai dengan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan pada saat melakukan pengujian. Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel air PT. Hanarida Tirta Birawa yang diperoleh dari sungai Pelayaran. Kemudian sampel tersebut di bawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian *jar-test*.



Gambar 1. Skema proses jar-test

B. Tahapan pengujian *jar-test*

Air baku diambil sebanyak 250 mL untuk di ukur pH. Penentuan dosis optimal, siapkan 3 gelas beaker yang berisi air baku 1000 mL. kemudian ditambahkan larutan aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dengan dosis 80 ppm, 90 ppm, dan 100 ppm. Pada masing-masing sampel dilakukan tahap koagulasi dengan kecepatan 180 rpm selama 90 detik, kemudian tahapan flokulasi dengan kecepatan 80 rpm selama 15 menit, dan tahapan sedimentasi selama 15 menit. Kemudian air di ambil sebanyak 250 mL dari masing-masing larutan yang telah mengendap. Di ukur pH akhir larutan.

C. Variabel Operasional Penelitian

1. Variabel Manipulasi
 - Dosis aluminium sulfat (80 ppm, 90 ppm, 100 ppm)
2. Variabel Control
 - Waktu koagulasi, kecepatan 180 rpm selama 90 detik
 - Waktu flokulasi, kecepatan 80 rpm selama 15 menit
3. Variabel Respon
 - pH air

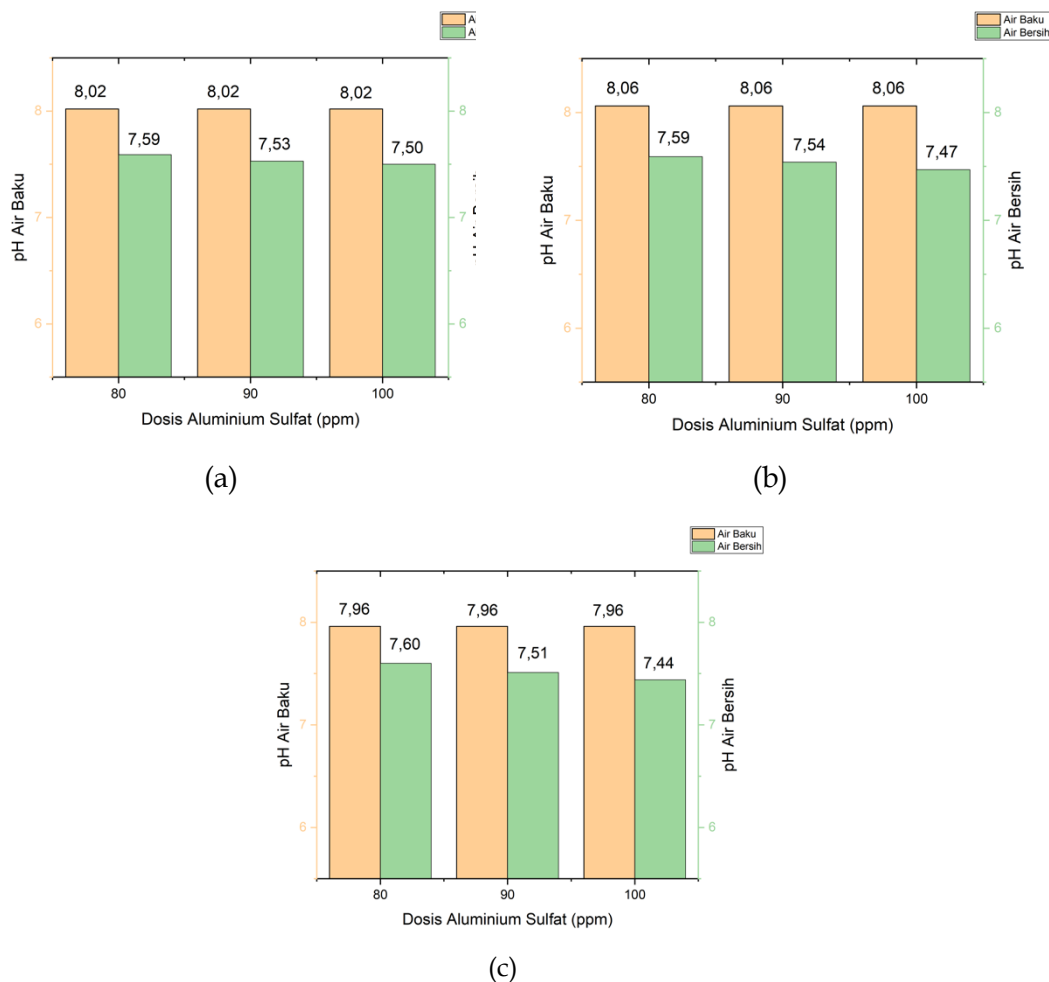
D. Teknik Pengumpulan Data

Pengujian *jar-test* akan diperoleh nilai pH air dengan menggunakan alat pH meter, selanjutnya data pH tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan di analisis. Teknik analisis data menggambarkan data pH air sebelum dan sesudah pengujian dengan menghitung rata-rata dari setiap kelompok data. Kemudian dilakukan analisis data untuk menentukan hubungan antara dosis aluminium sulfat dengan perubahan pH air. Hal tersebut dapat mengidentifikasi dosis optimal yang menghasilkan pH terbaik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Pengujian *jar-test* dilakukan untuk menentukan dosis koagulan optimum yang diperlukan untuk mengendapkan partikel koloid dalam air sehingga menghasilkan air yang jernih. Selain itu, sama dengan proses koagulasi dan flokulasi yaitu menghilangkan padatan yang tersuspensi dan zat organik yang dapat menyebabkan kekeruhan, bau, dan rasa. Parameter yang di ukur pada penelitian ini yaitu pH. Pengujian ini dilakukan selama bulan Juli-September. Hasil pengujian disajikan dalam grafik berikut:



Gambar 2. Grafik hasil *jar-test*. (a) Bulan Juli, (b) Bulan Agustus, (c) Bulan September

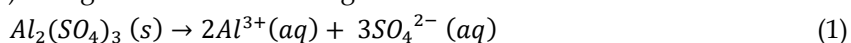
Parameter yang di ukur pada penelitian ini yaitu pH. Faktor yang mempengaruhi penentuan dosis yang efektif asam sulfat yaitu pH di ukur lebih dahulu sebelum dan sesudah melakukan *jar test* dengan tujuan yaitu untuk menentukan dosis yang optimal. Tidak ada batasan untuk dosis koagulan yang bersifat universal. Namun, penggunaan dosis yang terlalu rendah dapat menyebabkan pengendapan yang tidak sempurna. Sedangkan dosis yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pembentukan flok yang terlalu kecil dan sulit di endapkan serta dapat menyebar dalam air, sehingga menyebabkan air menjadi sangat keruh. Dosis koagulan yang optimal yaitu dosis yang menghasilkan flok besar, cepat mengendap, dan menghasilkan air yang jernih (Syahputra, 2022).

B. Pembahasan

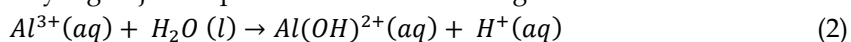
pH merupakan parameter penting untuk menentukan kadar asam atau basa dalam air. Perubahan pH dapat mengubah bau, rasa, dan warna air. Nilai pH yang lebih tinggi menunjukkan lebih banyak alkalinitas dan lebih sedikit karbondioksida bebas (Nurasia, 2019). Pada **Gambar 2**, menunjukkan hasil uji *jar-test* di setiap bulannya. Grafik tersebut menunjukkan nilai pH air baku dan air bersih yang tidak signifikan selama

3 bulan berturut-turut. Hal tersebut dikarenakan kualitas air baku dapat berubah secara signifikan dari waktu ke waktu akibat faktor lingkungan, seperti curah hujan, aktivitas manusia, dan musim. Selain itu, kandungan mineral dan bahan organik dalam air baku dapat mempengaruhi reaksi koagulasi dan stabilitas. Kualitas koagulan yang digunakan juga perlu diperhatikan dari waktu ke waktu harus terjaga. Koagulan yang terdegradasi dapat mempengaruhi hasil akhir. Selain itu, perbedaan dosis yang terlalu kecil yaitu 10 ppm tidak cukup signifikan untuk menyebabkan perubahan pH yang terlihat, jika kapasitas penyangga air baku cukup tinggi. Oleh karena itu, perubahan pH pada air bersih dengan variasi 80 ppm, 90 ppm, dan 100 ppm hanya berubah sekitar $\pm 0,1$.

Pada hasil uji *jar-test* dalam kurun waktu tertentu yaitu bulan Juli hingga September. pH air bersih lebih rendah dibandingkan pH air baku. Penambahan koagulan (aluminium sulfat) dapat menurunkan pH air baku, seperti pada sampel bulan Juli, dimana pH sebelum penambahan koagulan yaitu 8,02 menjadi $\pm 7,50$, sampel bulan Agustus sebelum penambahan koagulan yaitu 8,06 menjadi $\pm 7,47$, dan sampel pada bulan September sebelum penambahan koagulan yaitu 7,96 menjadi $\pm 7,44$. Semakin banyak dosis koagulan yang ditambahkan, maka pH akan menurun. Aluminium sulfat yang ditambahkan akan mengalami proses koagulasi sehingga partikel koloid yang tidak stabil akan membentuk flok (gabungan partikel kecil). Setelah proses koagulasi, proses flokulasi dilakukan dengan pengadukan secara lambat agar flok yang sudah terbentuk tidak pecah lagi menjadi partikel kecil (Wahyudin, 2022). Tujuan dari proses tersebut adalah agar flok dari partikel-partikel kecil terbentuk dan bergabung sehingga menjadikan ukuran dan beratnya lebih besar dan mengendap. Ketika koagulan ($Al_2(SO_4)_3$) dilarutkan dalam air, maka akan terdisosiasi menjadi ion aluminium (Al^{3+}) dan ion sulfat (SO_4^{2-}). Dengan rumus kimia sebagai berikut:



Ion Al^{3+} sangat reaktif dan dapat berinteraksi dengan air untuk membentuk ion hidoksida (OH^-) dan ion hidrogen (H^+) sehingga mempengaruhi keseimbangan pH. Dengan adanya keseimbangan ion H^+ dan OH^- dalam air akan menyebabkan nilai pH menurun. Semakin banyak ion H^+ yang dihasilkan, maka semakin rendah nilai pH yang dihasilkan. Reaksi yang terjadi dapat disederhanakan sebagai berikut:



Dosis koagulan yang optimal tidak bersifat tunggal dan mutlak. Melainkan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kualitas air baku, jenis koagulan, serta proses pengolahan selanjutnya. Di antara dosis koagulan 80, 90, 100 ppm sudah termasuk ke dalam pH optimal, dikarenakan hasil yang diperoleh telah sesuai dengan dengan standart SNI 698911.2019. Namun, dosis yang paling optimal terdapat pada dosis 90 ppm. Karena dengan penambahan dosis 90 ppm, hasil yang didapatkan pada pengujian *jar-test* yaitu menghasilkan flok besar, cepat mengendap, dan menghasilkan air yang jernih. Selain itu, dosis yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pembentukan lumpur yang berlebihan atau peningkatan konsentrasi logam berat. Berdasarkan Tabel 2.1 Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023. Sesuai dengan SNI 698911.2019 bahwa air yang normal memiliki pH sekitar 6,0 hingga 8,0. Sedangkan pH air yang di produksi oleh PT. Hanarida Tirta dengan menggunakan koagulan aluminium sulfat sekitar $< 8,0$. pH yang sesuai akan meningkatkan efisiensi pengolahan air dengan mengurangi kekeruhan dan kandungan zat-zat terlarut. Berdasarkan hasil pengolahan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemberian aluminium sulfat dengan metode *jar test* dapat mengurangi nilai pH kadar air baku di PT. Hanarida Tirta Birawa dengan penurunan sebesar 5%. Oleh karena itu, dengan penambahan dosis koagulan (aluminium sulfat) dapat membantu menstabilkan pH air bersih. Namun, ion Al^{3+} yang berlebihan dalam proses *jar-test* dapat menjadi logam berat yang berbahaya, menyebabkan efek kesehatan seperti gangguan saraf dan kerusakan organ jika terakumulasi dalam tubuh. Sehingga untuk meminimalisir kandungan ion Al^{3+} dapat dilakukan filtrasi seperti *reverse osmosis* (RO) untuk menghilangkan ion tersebut secara efektif dari air.

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Jar-test merupakan teknik laboratorium yang umum digunakan untuk menentukan dosis koagulan yang ideal untuk proses pengolahan air. Hal tersebut mensimulasikan koagulasi dan flokulasi dalam skala kecil

untuk mendapatkan hasil yang cepat dan efisien. Koagulan yang digunakan oleh PT. Hanarida Tirta Birawa yaitu aluminium sulfat. Aluminium sulfat merupakan salah satu koagulan yang paling umum digunakan. Parameter yang diukur pada penelitian ini yaitu pH. pH merupakan parameter penting untuk menentukan kadar asam atau basa dalam air. pH air yang diproduksi oleh PT. Hanarida Tirta sekitar >7. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai pH dengan penambahan koagulan telah memenuhi standar SNI 698911.2019. pH yang sesuai akan meningkatkan efisiensi pengolahan air dengan mengurangi kekeruhan dan kandungan zat-zat terlarut. Nilai pH air olahan berpengaruh pada kualitas air, korosi pipa distribusi, dan efektivitas proses pengolahan. Berdasarkan hasil pengolahan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemberian bahan kimia yaitu aluminium sulfat dengan metode *jar test* dapat mengurangi nilai pH kadar air baku di PT. Hanarida Tirta Birawa dengan penurunan sebesar 5%.

B. Saran

Peneliti menyarankan pada penelitian selanjutnya melakukan variasi dosis aluminium sulfat untuk menghasilkan nilai pH air yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Husaini, H., Cahyono, S. S., Suganal, S., & Hidayat, K. N. (2018). Perbandingan Koagulan Hasil Percobaan Dengan Koagulan Komersial Menggunakan Metode Jar Test. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 14(1), 31. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol14.no1.2018.387>
- Kristijarti, A. P., Suharto, I., & Marieanna. (2013). Penentuan Jenis Koagulan Dan Dosis Optimum Untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi Dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. *Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan*, 1–33.
- Nurasia. (2019). Analisis Kualitas pH, Suhu, Warna, dan TDS Air PDAM Kota Palopo. *Jurnal Dinamika*, 10(1), 16–21.
- Revansyah, M. A., WMS, P., Putriyani, M., Ayu, N. P., Men, L. K., Setianto, Safrina, L., Fitrilawati, Syakir, N., & Aprilia, A. (2023). Analisis TDS, pH, Dan COD Untuk Mengetahui Kualitas Air Di Desa Cilayung. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 12(02), 43. <https://doi.org/10.24198/jme.v12i02.41305>
- Rizqiain, R., & Afrianisa, R. D. (2021). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum di PT Hanarida Tirta Birawa Unit IPA 1 dan IPA 2. *Prosiding Step Plan*, 399–405. <https://ejurnal.itats.ac.id/stepplan/article/view/1600>
- Rusydi, A. F., Suherman, D., & Sumawijaya, N. (2017). Pengolahan Air Limbah Tekstil Melalui Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Menggunakan Lempung Sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi. *Arena Tekstil*, 31(2), 105–114.
- Syahputra. (2022). Efektivitas Pemberian Koagulan Dan Flokulan Terhadap Proses Penjernihan Air Di Pabrik Kelapa Sawit Pt. Palmaris Raya Mandailing Natal. *MeSteRI*, 54–61.
- Wahyudin, H. K. (2022). Optimalisasi Dosis Aluminium Sulfat dalam Metode Jar Test pada IPA di PDAM Tirta Prabujaya Kota Prabumulih. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 5(12), 834–838. <https://doi.org/10.56338/jks.v5i12.2765>