

**EFEKTIVITAS KITOSAN KULIT UDANG WINDU SEBAGAI
KOAGULAN ALAMI TERHADAP PENURUNAN KONSENTRASI TSS DAN
KEKERUHAN AIR SUNGAI BRANTAS**
***EFFECTIVENESS OF TIGER SHRIMP SHELLS CHITOSAN TIGER SHRIMP SHELLS AS A
NATURAL COAGULANT FOR REDUCING TOTAL SUSPENDED SOLIDS (TSS) AND TURBIDITY
OF BRANTAS RIVER WATER***

¹⁾Abiyyu Resta Prasetyanto, ²⁾Hery Setyobudiarso, ³⁾Vitha Rachmawati

^(1,2,3)Program Studi Teknik Lingkungan

**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
Jalan Sigura-gura Nomor 2, Kelurahan Sumbersari, Lowokwaru, Kota Malang**

Email : ¹⁾ Abiyyuresta6@gmail.com

ABSTRAK: Penurunan kualitas air sungai Brantas diakibatkan tingginya kadar Total Suspended Solid (TSS) dan kekeruhan memerlukan metode pengolahan yang efektif dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kitosan dari kulit udang windu sebagai koagulan alami dalam menurunkan kadar TSS dan kekeruhan air sungai Brantas, mengetahui pengaruh variasi dosis kitosan, serta menentukan kondisi optimum proses koagulasi-flokulasi. Penelitian dilakukan menggunakan variasi dosis kitosan 400 ppm, 600 ppm, dan 700 ppm dengan variasi kecepatan pengadukan cepat 250 rpm dan 140 rpm selama 2 menit serta pengadukan lambat 30 rpm dan 40 rpm selama 30 menit. Analisis data dilakukan menggunakan uji ANOVA Two Way dan uji Tukey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar awal TSS dan kekeruhan masing-masing sebesar 105,8 mg/L dan 5,57 NTU. Dosis optimal diperoleh pada variasi 600 ppm dengan kecepatan pengadukan 250 rpm dan 40 rpm, yang menghasilkan kadar TSS akhir sebesar 35,8 mg/L dengan efisiensi penyisihan 66,2% serta kekeruhan akhir sebesar 1,0 NTU dengan efisiensi penyisihan sebesar 81,3%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi dosis dan kecepatan pengadukan berpengaruh signifikan terhadap penurunan TSS dan kekeruhan. Kitosan dari kulit udang windu berpotensi digunakan sebagai koagulan alami yang efektif dan ramah lingkungan dalam pengolahan air.

Kata kunci : Kekeruhan; Kitosan; Koagulasi-Flokulasi; TSS; Udang Windu

ABSTRACT: The decline in the water quality of the Brantas River due to high levels of Total Suspended Solids (TSS) and turbidity requires an effective and environmentally friendly treatment method. This study aimed to evaluate the effectiveness of chitosan derived from tiger shrimp (*Penaeus monodon*) shells as a coagulant natural for reducing TSS and turbidity, as well as to determine the optimum coagulation-flocculation conditions. Chitosan dosages of 400, 600, and 700 ppm were applied with rapid mixing at 140 and 250 rpm in 2 minutes and slow mixing at 30 and 40 rpm in 30 minutes. Data were analyzed using Two-Way ANOVA and Tukey's HSD test. The initial TSS concentration and turbidity were 105.8 mg/L and 5.57 NTU, respectively. The optimum condition was achieved at a dosage of 600 ppm with mixing speeds of 250 rpm and 40 rpm, resulting in a final TSS concentration of 35.8 mg/L with 66.2% removal efficiency and a final turbidity of 1.0 NTU with 81.3% removal efficiency. The results indicate that chitosan from tiger shrimp shells is an effective and environmentally friendly natural coagulant for water treatment.

Keyword : Chitosan; Coagulation-Flocculation; Tiger Shrimp; TSS; Turbidity

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya yang memiliki peran fundamental dalam menunjang kehidupan manusia. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, perkembangan kawasan, serta meningkatnya berbagai aktivitas masyarakat, kebutuhan terhadap air juga terus mengalami peningkatan. Pemanfaatan air mencakup berbagai aspek kehidupan, antara lain untuk keperluan konsumsi, pengolahan makanan, mandi, mencuci, hingga mendukung kegiatan sosial maupun ekonomi. Berdasarkan ketentuan dalam penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM), kebutuhan pokok air untuk menunjang kehidupan yang sehat ditetapkan sebesar 60 liter per orang per hari. Sementara itu, kebutuhan air minum untuk dikonsumsi secara langsung umumnya berada pada kisaran 2–3 liter per orang per hari, yang dipengaruhi oleh faktor usia, tingkat aktivitas, dan kondisi lingkungan. Dengan demikian, ketersediaan sumber air baku yang memenuhi persyaratan kualitas menjadi aspek penting dalam menjamin terpenuhinya kebutuhan air masyarakat secara berkelanjutan.

Air sungai merupakan salah satu sumber air baku yang banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan air minum. Sungai Brantas sebagai salah satu sungai terbesar di Jawa Timur memiliki fungsi strategis dalam penyediaan air bagi berbagai sektor. Namun demikian, meningkatnya aktivitas domestik, pertanian, dan industri di sepanjang daerah aliran sungai telah berkontribusi terhadap penurunan kualitas air. Penurunan kualitas tersebut ditandai oleh meningkatnya konsentrasi Total Suspended Solids (TSS) serta nilai kekeruhan yang menunjukkan semakin banyaknya partikel tersuspensi di dalam air (Addzikri & Rosariawari, 2023). Air minum dengan tingkat kekeruhan dan kandungan TSS yang tinggi akan membutuhkan proses pengolahan yang lebih kompleks serta penggunaan bahan kimia yang lebih besar. Oleh karena itu, pengendalian parameter fisik seperti TSS dan kekeruhan menjadi salah satu upaya penting dalam menjaga kualitas air minum agar memenuhi standar pengolahan air minum sesuai PERMENKES No.2 Tahun 2023.

Kekeruhan merupakan salah satu parameter kualitas air yang menunjukkan kemampuan penyerapan atau penembusan cahaya oleh air melewati partikel-partikel tersuspensi dalam air

seperti sedimen, senyawa-senyawa organik maupun anorganik. Partikel-partikel tersebut biasanya memiliki kestabilan yang cukup baik di dalam air, sehingga sulit diendapkan (R. Sari & Fata, 2024). Tingkat kekeruhan yang tinggi berpotensi menghambat proses filtrasi serta menurunkan efisiensi disinfeksi dalam pengolahan air. Kondisi air yang keruh juga mempersulit eliminasi mikroorganisme, lantaran partikel organik maupun anorganik di dalamnya dapat menjadi pelindung bagi mikroba patogen dari paparan agen disinfektan (Aneta et al., 2021).

Parameter lain yang penting dalam menentukan kualitas air bersih adalah Total Suspended Solid (TSS). Total Suspended Solid (TSS) adalah jumlah padatan tersuspensi yang terdapat pada air, berupa partikel padat yang tidak larut dan mengambang dalam air. Nilai TSS sangat penting untuk mengevaluasi kejernihan air serta proses pengendalian pencemaran fisik dalam pengolahan air, konsentrasi TSS yang tinggi dapat menurunkan kualitas perairan dan mengganggu proses pengolahan air (Utami, 2022). Kadar TSS pada keseluruhan lokasi masih dibawah standar baku mutu sehingga kadar sedimen di sungai Brantas kota Malang masih relative kecil.

Metode yang efektif untuk menurunkan kadar Total Suspended Solid (TSS) dan kekeruhan pada air adalah proses koagulasi-flokulasi. Proses ini bekerja dengan cara mendestabilisasi partikel-partikel koloid dan padatan tersuspensi yang terdapat di dalam air sehingga membentuk flok berukuran lebih besar dan mudah dipisahkan melalui proses pengendapan. Koagulasi-flokulasi banyak digunakan dalam pengolahan air permukaan untuk meningkatkan kualitas air (Ekoputri et al., 2024).

Biokoagulan yang berpotensi dikembangkan adalah kitosan yang berasal dari limbah kulit udang. Kitosan merupakan turunan kitin yang diperoleh melalui proses deasetilasi dan memiliki sifat biodegradable, tidak beracun, serta ramah lingkungan. Kemampuan kitosan sebagai koagulan alami didukung oleh keberadaan gugus aktif amina ($-NH_2$) yang bersifat reaktif sehingga mampu berinteraksi dengan partikel-partikel tersuspensi dan membantu proses pembentukan flok dalam air (Bija et al., 2024).

Oleh karena itu Diperlukan penelitian mengenai pemanfaatan kitosan dari kulit udang windu sebagai koagulan alami dalam menurunkan kadar

TSS dan kekeruhan air sungai Brantas sehingga dapat menjadi alternatif pengolahan air baku yang lebih ramah lingkungan. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan judul “Efektivitas Kitosan Kulit Udang Windu Sebagai Koagulan Alami Terhadap Penurunan Kadar TSS Dan kekeruhan Air sungai Brantas”.

TEORI

Proses koagulasi-flokulasi merupakan salah satu metode fisikokimia yang banyak digunakan dalam pengolahan air untuk menurunkan kandungan padatan tersuspensi dan kekeruhan. Koagulasi dilakukan dengan menambahkan koagulan untuk mendestabilisasi partikel koloid yang bermuatan sehingga dapat saling berikatan membentuk flok. Selanjutnya, pada tahap flokulasi dilakukan pengadukan lambat untuk memperbesar ukuran flok sehingga mudah dipisahkan melalui proses sedimentasi. Keberhasilan proses koagulasi-flokulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis koagulan, dosis koagulan, kecepatan pengadukan, waktu pengadukan, dan karakteristik air baku.

Kitosan merupakan biopolimer hasil proses deasetilasi kitin yang banyak ditemukan pada limbah kulit udang. Senyawa ini memiliki gugus amina ($-NH_2$) dan gugus hidroksil ($-OH$) yang berperan dalam proses koagulasi. Pada kondisi asam, gugus amina mengalami protonasi sehingga menghasilkan muatan positif yang mampu menetralkan partikel koloid bermuatan negatif. Mekanisme tersebut menyebabkan partikel kehilangan kestabilannya, kemudian saling beragregasi membentuk flok yang lebih besar dan mudah mengendap. Selain memiliki kemampuan koagulasi yang baik, kitosan bersifat biodegradable, tidak toksik, dan ramah lingkungan sehingga berpotensi menjadi alternatif pengganti koagulan sintetis dalam pengolahan air.

Parameter yang digunakan untuk mengevaluasi efektivitas koagulasi pada penelitian ini adalah Total Suspended Solid (TSS) dan kekeruhan. TSS merupakan jumlah padatan tersuspensi yang tidak larut di dalam air dan menjadi salah satu indikator kualitas air karena dapat memengaruhi proses sedimentasi, penetrasi cahaya, serta keseimbangan ekosistem perairan. Sementara itu, kekeruhan menunjukkan tingkat keberadaan partikel tersuspensi yang menghambat penetrasi cahaya ke dalam air. Semakin rendah nilai TSS dan kekeruhan setelah proses pengolahan, maka

semakin tinggi efektivitas koagulasi-flokulasi yang terjadi.

Penentuan kondisi optimum proses koagulasi-flokulasi dilakukan menggunakan metode jar test, yaitu simulasi skala laboratorium yang digunakan untuk menentukan kombinasi dosis koagulan dan kondisi pengadukan yang menghasilkan efisiensi penyisihan pencemar tertinggi. Pada penelitian ini efektivitas kitosan dievaluasi berdasarkan variasi dosis koagulan dan kecepatan pengadukan, kemudian dianalisis secara statistik menggunakan Two-Way ANOVA untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor terhadap penurunan TSS dan kekeruhan.

METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan mengevaluasi efektivitas kitosan dari kulit udang windu sebagai koagulan alami dalam menurunkan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan kekeruhan air Sungai Brantas. Sampel air diambil dari Sungai Brantas, Kota Malang, kemudian diuji menggunakan metode jar test untuk memperoleh kondisi optimum proses koagulasi-flokulasi. Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi dosis kitosan (400, 600, dan 700 ppm), kecepatan pengadukan cepat (140 dan 250 rpm selama 2 menit), serta kecepatan pengadukan lambat (30 dan 40 rpm selama 30 menit). Variabel terikat berupa konsentrasi TSS dan nilai kekeruhan setelah proses pengolahan, sedangkan variabel kontrol meliputi volume sampel, waktu pengadukan, dan kondisi pengendapan yang dibuat sama pada setiap perlakuan.

Kitosan diperoleh dari limbah kulit udang windu melalui beberapa tahapan, yaitu persiapan bahan baku, deproteinasi menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH), demineralisasi menggunakan asam klorida (HCl), dan deasetilasi menggunakan NaOH untuk mengubah kitin menjadi kitosan. Kitosan yang dihasilkan selanjutnya dibuat menjadi larutan kitosan 1% sebagai larutan induk sebelum diaplikasikan pada proses koagulasi-flokulasi.

Pengujian dilakukan dengan memasukkan sampel air ke dalam gelas beaker, kemudian ditambahkan larutan kitosan sesuai variasi dosis. Proses koagulasi diawali dengan pengadukan cepat sesuai variasi kecepatan selama 2 menit untuk mendispersikan koagulan secara merata, kemudian

dilanjutkan dengan pengadukan lambat selama 30 menit untuk mendukung pembentukan flok. Setelah proses pengadukan selesai, sampel didiamkan hingga flok mengendap sebelum dilakukan analisis kualitas air.

Analisis TSS dilakukan menggunakan metode gravimetri mengacu pada SNI 06-6989.3-2004, sedangkan kekeruhan diukur menggunakan turbidimeter. Efisiensi penyisihan dihitung berdasarkan selisih konsentrasi awal dan konsentrasi akhir setiap parameter setelah proses koagulasi-flokulasi. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan Two-Way Analysis of Variance (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh variasi dosis dan kecepatan pengadukan terhadap penurunan TSS dan kekeruhan. Apabila diperoleh perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan menggunakan uji Tukey untuk menentukan perlakuan terbaik pada tingkat validitas 95%.

HASIL

Karakteristik Awal Air Sungai Brantas

Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa air Sungai Brantas memiliki konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) sebesar 105,8 mg/L, nilai kekeruhan 5,57 NTU, dan pH berada pada kisaran netral. Nilai TSS dan kekeruhan tersebut menunjukkan bahwa kualitas air masih memerlukan proses pengolahan sebelum dapat dimanfaatkan sebagai air baku. Tingginya kandungan padatan tersuspensi menyebabkan meningkatnya nilai kekeruhan sehingga dapat menurunkan efektivitas proses pengolahan air pada tahap berikutnya. Oleh karena itu, proses koagulasi-flokulasi menggunakan kitosan dilakukan untuk meningkatkan kualitas air melalui penurunan kedua parameter tersebut.

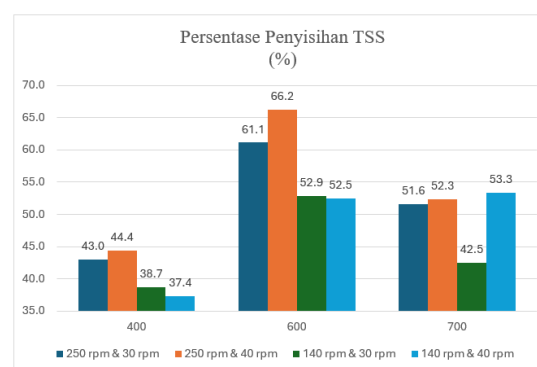
No.	Parameter	Hasil Konsentrasi Awal Air Sungai	Baku Mutu Air Minum**
1.	TSS	105,8 (mg/l)	50 (mg/l)
2.	Kekeruhan	5,57 NTU	<3 NTU
3.	pH	8	6 - 9

Tabel 1 Hasil Uji Awal Karakteristik Air Sungai

Pengaruh Variasi Dosis Kitosan terhadap Penurunan Total Suspended Solid (TSS)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kitosan memberikan pengaruh terhadap penurunan konsentrasi TSS pada seluruh variasi perlakuan. Efisiensi penyisihan meningkat seiring bertambahnya dosis hingga mencapai kondisi optimum pada dosis 600 ppm. Pada kombinasi pengadukan cepat 250 rpm dan pengadukan lambat 40 rpm, konsentrasi TSS menurun dari 105,8 mg/L menjadi 35,8 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 66,2%. Setelah melewati dosis optimum, peningkatan dosis menjadi 700 ppm tidak menghasilkan peningkatan efisiensi yang berarti. Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan koagulan secara berlebihan dapat menyebabkan partikel kembali stabil (restabilization), sehingga pembentukan flok menjadi kurang efektif.

Penurunan TSS terjadi karena gugus amina ($-NH_2$) pada kitosan bermuatan positif sehingga mampu menetralkan muatan negatif partikel koloid dan padatan tersuspensi. Setelah muatan partikel dinetralkan, partikel-partikel tersebut saling beragregasi membentuk flok berukuran lebih besar yang mudah mengendap selama proses sedimentasi. Mekanisme ini menunjukkan bahwa kitosan mampu berfungsi sebagai biokoagulan yang efektif dalam menurunkan kandungan padatan tersuspensi pada air sungai Brantas.



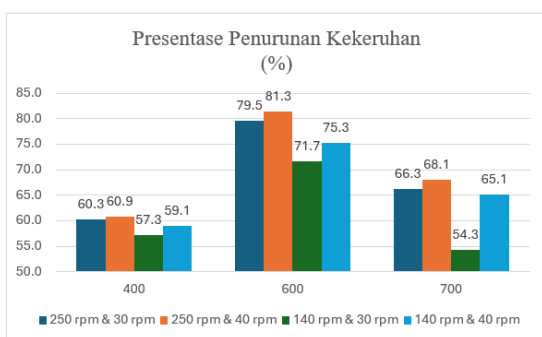
Gambar 1 Persentase Penyisihan TSS

Pengaruh Variasi Dosis Kitosan terhadap Penurunan Kekeruhan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variasi dosis kitosan mampu menurunkan nilai kekeruhan dibandingkan kondisi awal. Nilai kekeruhan awal sebesar 5,57 NTU mengalami

penurunan optimum menjadi 1,0 NTU pada dosis 600 ppm dengan kombinasi pengadukan cepat 250 rpm dan pengadukan lambat 40 rpm, sehingga diperoleh efisiensi penyisihan sebesar 81,3%. Nilai tersebut telah memenuhi baku mutu kekeruhan air sesuai ketentuan yang digunakan dalam penelitian.

Penurunan kekeruhan dipengaruhi oleh kemampuan kitosan dalam mengikat partikel-partikel halus penyebab kekeruhan melalui mekanisme netralisasi muatan dan bridging. Pembentukan flok yang lebih besar menyebabkan partikel lebih mudah mengendap sehingga jumlah partikel yang masih tersuspensi di dalam air menjadi berkurang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan dosis koagulan hingga kondisi optimum mampu meningkatkan efisiensi pembentukan flok, sedangkan dosis yang terlalu tinggi tidak selalu memberikan peningkatan efektivitas proses koagulasi.



Gambar 2 Presentase Penurunan Kekeruhan

Analisis Statistik

Analisis menggunakan Two-Way ANOVA menunjukkan bahwa variasi dosis kitosan dan kecepatan pengadukan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan konsentrasi TSS maupun kekeruhan pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa efektivitas proses koagulasi-flokulasi tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah koagulan yang ditambahkan, tetapi juga oleh kondisi hidrodinamika selama proses pencampuran. Uji lanjut Tukey mengonfirmasi bahwa perlakuan dengan dosis 600 ppm, pengadukan cepat 250 rpm, dan pengadukan lambat 40 rpm merupakan kombinasi yang memberikan hasil terbaik dibandingkan perlakuan lainnya.

KESIMPULAN

Kitosan kulit udang windu terbukti efektif sebagai koagulan alami dalam menurunkan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan kekeruhan air Sungai Brantas melalui proses koagulasi-flokulasi. Kondisi optimum diperoleh pada dosis 600 ppm dengan kombinasi pengadukan cepat 250 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat 40 rpm selama 30 menit. Pada kondisi tersebut, konsentrasi TSS menurun dari 105,8 mg/L menjadi 35,8 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 66,2%, sedangkan nilai kekeruhan menurun dari 5,57 NTU menjadi 1,0 NTU dengan efisiensi penyisihan sebesar 81,3%. Hasil analisis statistik menggunakan Two-Way ANOVA menunjukkan bahwa variasi dosis kitosan dan kecepatan pengadukan berpengaruh signifikan terhadap penurunan TSS dan kekeruhan. Temuan ini menunjukkan bahwa kitosan kulit udang windu berpotensi menjadi alternatif koagulan alami yang efektif dan ramah lingkungan untuk pengolahan air permukaan.

SARAN

Adapun saran-saran yang dapat diberikan dalam penelitian selanjutnya, yaitu proses pembuatan kitosan perlu dilakukan secara lebih teliti pada tahap demineralisasi, deproteinasi, dan deasetilasi untuk memperoleh kualitas kitosan yang optimal. Selain itu, jumlah pengulangan setiap perlakuan perlu ditingkatkan guna meningkatkan ketelitian dan keandalan data. Pengambilan sampel air juga sebaiknya dilakukan pada kondisi cuaca yang relatif stabil untuk meminimalkan pengaruh hujan dan perubahan debit terhadap nilai TSS dan kekeruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F., Fajar, M., & Lubis, I. S. (2021). Pemanfaatannya Sebagai Koagulan Alami Pada Penjernihan Air Production of Chitosan from Shrimp Shell Waste and Its Utilization as a Natural Coagulant for Water Purification. 11(2), 73–80. <https://doi.org/10.37209/jtbbt.v11i2>
- Afifah, N. A., Triyadi, R. A., Lukito, H., Pandu, A., Gema, I. P., Waisnawa, B., & Mulyana, A. (2025). Perbandingan Status Mutu Air Sungai Bengawan Solo 2020 – 2022 dengan Metode STORET dan Metode Indeks Pencemaran. 23(3), 742–750.

- Aminuddin, dkk. (2023). Kajian Total Suspended Solid (TSS) dan kekeruhan pada pengolahan air permukaan.
- Aneta, R., Umboh, J. M. L., Sondakh, R. C., Kesehatan, F., Universitas, M., & Ratulangi, S. (2021). Analisis Tingkat Kekeruhan, Total Dissolved Solids (TDS) Dan Kandungan Escherichia COLI PADA AIR Sumur Di Desa Arakan Kecamatan Tatapaan (4), 106–111.
- Azhari, L. P., Sipahutar, Y. H., & Masengi, S. (2024). Karakteristik Kimia dan Optimalisasi Pembuatan Kitosan dari Kulit Udang Vaname (*Penaeus vannamei*) Prosiding Seminar Nasional Ikan XII. 369–377.
- Ekoputri, S. F., Rahmatunnissa, A., Nulfaidah, F., & Ratnasari, Y. (2024). Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi pada Industri Kimia. January. <https://doi.org/10.32672/jse.v9i1.715>
- Santika, Y. E. (2024). Analisis Status Mutu Air dengan Metode Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Sungai Beji , Desa Pondok ., XVI(1), 30–43.
- Kusniawati. (2023). 3 1,2,3. 2(5), 2177–2184. Lake, P., Munggaran, G. A., Sg, H., Zen, A., Latifah, N., Romdhona, N., Masyarakat, K., Masyarakat, F. K., Jakarta, U. M., Dahlan, J. K. H. A., Ciputat, K., & Selatan, K. T. (2024). Identifikasi Pencemaran Air berdasarkan Parameter Kekeruhan , pH , dan Warna di Situ Pamulang Identification of Water Pollution Based on Turbidity , pH , and Color Parameters in. 43–49.
- Mutakhabillah, A., Kusuma, R. M., Kimia, J. T., Malang, P. N., Soekarno, J., & No, H. (2022). Efektivitas Koagulan Kitosan pada Pengolahan Air di Unit Water Treatment PPSDM Migas Cepu. 8(9), 595–603.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia. Tentang penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan
- SNI 6989.3:2004. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional. Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri
- SNI 6989.25:2005. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional. Air dan air limbah – Bagian 25 : Cara uji kekeruhan dengan nefelometer
- SNI 6989.57:2008. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah
- Utami, M. (2022). Analysis of Total Dissolved Solid (TDS) and Total Suspended Solid (TSS) Levels in Liquid Waste from Sugar Cane Industry Analisis kadar Total Dissolved Solid (TDS) dan Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Cair dari Industri Gula Tebu. 7(1), 43–49.