



Peningkatan mutu air sungai surabaya berbasis treatment koagulasi, absorpsi, dan ion exchange

Setyo Purwoto^{1*}

¹Teknik Lingkungan, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received Mei 2023

Revised Mei 2023

Accepted Juni 2023

Available online Juli 2023

Kata Kunci:

sumber daya air, mutu air sungai, koagulasi, absorpsi, ion exchange

Keywords:

water resources, river water quality, coagulation, absorption, ion exchange

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas PGRI ADI BUANA SURABAYA.

ABSTRAK

Sungai Surabaya sebagai sumber daya air mempunyai fungsi sosial ekonomi dan budaya yang sangat vital karena digunakan sebagai bahan baku air minum, industri, maupun pertanian. Penurunan kualitas air sungai Surabaya diwarnai oleh emisi limbah pada inlet sungai, baik limbah industri, pertanian maupun domestik, yang mengakibatkan penurunan kemampuan self purification sungai. Tujuan dalam penelitian ini adalah peningkatan mutu air sungai dengan metode perlakuan koagulasi, absorpsi, dan ion exchange untuk parameter kekeruhan, kesadahan total, TDS, total coliform, besi, dan khlorida. Adapun hasil dan kesimpulannya adalah : Proses koagulasi, absorpsi, dan ion exchange menggunakan treatment Coagulant Aid, ferrolite, manganese green sand, resin anion, dan resin kation pada pengolah air sungai dapat menurunkan kekeruhan sebesar 32 skala NTU, kesadahan total 136 mg/l CaCO₃, total dissolved solid (TDS) 385 mg/l, total coliform 643 MPN/100 ml, besi 2 mg/l, dan khlorida 5 mg/l, dari kondisi awal tidak memenuhi menjadi memenuhi baku mutu persyaratan keperluan higiene sanitasi.

ABSTRACT

The Surabaya River as a water resource has a very vital socio-economic and cultural function because it is used as a raw material for drinking, industrial and agricultural water. The decline in the quality of Surabaya river water is colored by the emission of waste at the river inlet, both industrial, agricultural, and domestic waste, which results in a decrease in the ability of the river to self-purify. This study aimed to improve the quality of river water using the coagulation, absorption, and ion exchange treatment methods for the parameters of turbidity, total hardness, TDS, total coliform, iron, and chloride. The results and conclusions are: The process of coagulation, absorption, and ion exchange using Coagulant Aid, ferrolite, manganese green sand, anion resin, and cation resin in river water treatment can reduce turbidity by 32 NTU scale, total hardness 136 mg/l CaCO₃, total dissolved solids (TDS) 385 mg/l, total coliform 643 MPN/100 ml, iron 2 mg/l, and chloride 5 mg/l, from the initial conditions not meeting the quality standards for sanitary hygiene requirements.

I. PENDAHULUAN

Sumber daya air adalah aspek vital yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, untuk dan demi peradaban manusia, tanpa pengembangan sumber daya air, peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dinikmati saat ini. Pemanfaatan sumber daya air untuk berbagai keperluan, di satu pihak terus meningkat dari tahun ke tahun, tetapi di lain pihak ketersediaan sumber daya air semakin terbatas. Untuk memenuhi kebutuhan air yang terus meningkat, diperlukan suatu perencanaan terpadu yang berbasis wilayah sungai guna menentukan langkah dan tindakan yang harus dilakukan agar dapat memenuhi kebutuhan tersebut dengan mengoptimalkan potensi pengembangan sumber daya air, melindungi, melestarikan dan meningkatkan nilai sumber daya air dan lahan. Untuk itu perlu adanya upaya bersama untuk mulai mempergunakan pendekatan *one river basin, one plan and one integrated management* [1]. Kali Surabaya merupakan salah satu sumber daya air di Provinsi Jawa Timur yang

*Corresponding author.

E-mail addresses: setyopurwoto.enviro@gmail.com

mengalir sepanjang 42,3 Km. Kali Surabaya mempunyai fungsi sosial ekonomi dan budaya yang kental karena fungsinya sebagai sumber air baku air minum, industri, maupun pertanian. Permasalahan lingkungan semakin sering terjadi di Kali Surabaya, salah satunya sungai Jagir yang merupakan salah satu segmen dari Kali Surabaya [5]. Masalah yang sering terjadi adalah sebagian besar limbah cair dari hasil aktifitas masyarakat dibuang ke saluran yang bermuara di Kali Surabaya.

Pencemaran di Kali Surabaya, kini semakin didominasi oleh limbah domestik berupa sampah yang banyak menumpuk di bantaran Kali Surabaya. Total ada sekitar 20 titik gunungan sampah di bantaran Kali Surabaya. Paling banyak di wilayah Driyorejo Gresik dan Taman Sidoarjo. Sebagian lagi di wilayah Jambangan Surabaya," kata Koordinator Garda Lingkungan Jatim, Didik Harimuko, Minggu (1/8/2021) [4]. Air Kali Surabaya memasok sekitar 96% kebutuhan air baku Perusahaan Daerah Air Minum Kota Surabaya. Kualitas air Kali Surabaya di bagian hulu masih relatif baik dibandingkan di kawasan hilir. Pernyataan ini dikuatkan oleh kenyataan bahwa, tekanan aktifitas manusia lebih intensif di bagian hilir. Beragamnya jenis penggunaan lahan dan besarnya jumlah masyarakat yang tinggal di bantaran Kali Surabaya adalah fenomena yang memperbesar tekanan terhadap penurunan kualitas air sungai. Penyebaran polutan air sungai dari sumber titik berkurang sejalan pergerakan polutan menjauhi sumbernya sesuai kemampuan *self purification* sungai. *Self purification* dapat berlangsung selama belum melampaui batas kemampuan sungai untuk melakukan proses pemurnian secara alami. Proses pemurnian tergantung waktu, jarak, jenis polutan, dan kondisi fisik sungai [12]. Jarak yang lebih panjang, kemampuan pemurnian alami (*self purification*) sungai yang terjadi akan semakin bagus, dengan kondisi sungai tanpa ada input dari luar. Kemampuan sungai untuk memulihkan diri sendiri dari pencemaran dipengaruhi oleh (1) laju aliran air sungai, (2) berkaitan dengan jenis bahan pencemar yang masuk ke dalam badan air. *Water purification* dapat dilakukan sebagai pembelajaran pecinta lingkungan sekaligus peningkatan sumber daya manusia dalam penerapan teknologi tepat guna [8]. Kali Surabaya adalah salah satu sungai yang mengalir di Kota Surabaya yang menerima limbah, baik limbah industri, pertanian maupun domestik, yang banyak diterima dari inlet sungai. Perkembangan industri dan pemukiman di sepanjang aliran sungai Kali Surabaya telah mempengaruhi kualitas air sungai. Penurunan kualitas air ditandai dengan perubahan warna air dan bau padahal sebagian masyarakat di pinggiran sungai masih memanfaatkan air sungai Kali Surabaya untuk kebutuhan sehari-hari [7]. Risiko kesehatan yang berkaitan dengan polutan umumnya dapat disebabkan antara lain oleh kegiatan industri dan pertanian. Padahal bakteri e Coli merupakan salah satu parameter dalam penggunaan air. [9]. Proses pengolahan air untuk mendapatkan kualitas air yang lebih baik dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: sedimentasi dan koagulasi untuk pengendapan partikel diskrit menggunakan koagulan sucolite, filtrasi lumpur dan padatan terlarut menggunakan pasir silika, penurunan besi (Fe) dan mangan (Mn) menggunakan ferrolite, proses pelunakan kesadahan dan penyerap pengikat besi (Fe) dan mangan (Mn) menggunakan *manganese green sand*, pertukaran anion (penurunan kation dalam air) menggunakan resin anion, pertukaran kation (penurunan anion dalam air) menggunakan resin kation, penurunan jumlah bakteri coliform menggunakan proses reverse osmosis dengan membran RO atau penggunaan sinar UV [10]. Sucolite SP 211 sebagai treatment koagulan berupa cairan tidak berwarna dan tidak berbau; pH pada suhu 20° C sebesar 11-11,5; berat jenis 1,35 gr/cm³. ; kadar Al₂O₃ sebesar 4,66%; pH larutan 2% 3,553, bagian yang tidak larut dalam air 0,060% [11].

Tujuan dalam penelitian ini adalah peningkatan mutu air sungai dengan metode perlakuan koagulasi, absorpsi, dan ion exchange untuk parameter kekeruhan, kesadahan total, TDS, total coliform, besi, dan klorida.

II. METODE PENELITIAN

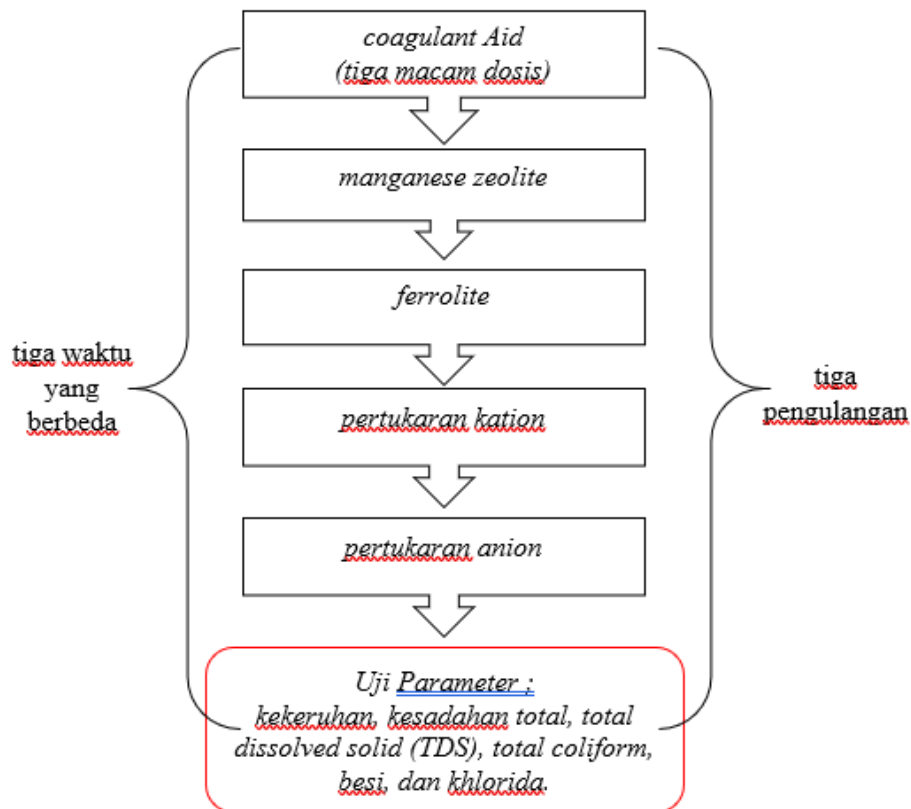
Pada penentuan status mutu air dapat digunakan pendekatan secara analisa statistik dari parameter yang ada menjadi sistem indeks kualitas air. Indeks kualitas air lebih dipilih untuk digunakan karena dapat memberikan suatu nilai yang mencakup pengukuran banyak parameter pencemar dengan cara yang sederhana dan dapat diinterpretasikan dengan mudah. Penggunaan indeks kualitas air dapat disesuaikan pada wilayah yang berbeda-beda [6].

Metode Pengolahan Air Sungai

Prosedur pengolahan air sungai dalam penelitian ini dilakukan sebagai berikut :

- a) Koagulasi menggunakan *Coagulant Aid* sucolite SP 211 (dengan 3 variabel dosis),
- b) Pengurangan Besi dan Mangan menggunakan treatment ferrolite,

- c) Pelunakan kesadahan total menggunakan treatment manganese green sand,
- d) Ion exchange menggunakan resin sintetis anion dan kation,
(dilakukan dalam 3 kali waktu pengambilan dengan replikan sebanyak 3 kali)

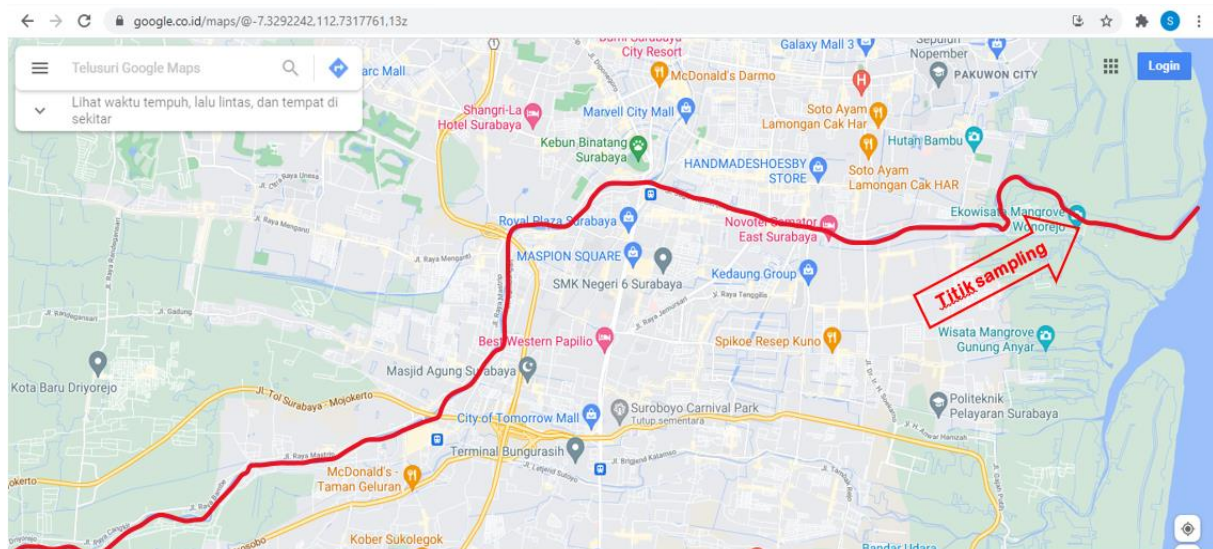


Gambar 1. Diagram Alir Pengolahan Air Sungai

Gambar 1 merupakan prosedur pengolahan air sungai dalam penelitian ini, dimana *Coagulant Aid* yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sucolite SP 211 berupa cairan tidak berwarna dan tidak berbau, pH pada suhu 20°C sebesar 11-11,5, berat jenis 1,35 gr/cm³, kadar Al₂O₃ yaitu 4,66 %. Filtrasi menggunakan sediment poly propilene 10 mikron.

Hasil perlakuan penelitian kemudian dianalisis berdasar pada parameter-parameter : kekeruhan, kesadahan total, total dissolved solid (TDS), total coliform, besi, dan khlorida yang mengacu pada persyaratan keperluan higiene sanitasi (sebagaimana Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017) [2].

Treatment dengan 3 Variabel Dosis *Coagulant Aid* dan 3 Waktu yang Berbeda pada 3 Replikan untuk Masing Masing Parameter Kekeruhan, Kesadahan Total, Total Dissolved Solid (TDS), Total Coliform, Besi, dan Khlorida



Gambar 2. Titik Sampling Penelitian

Gambar 2 adalah lokasi titik pengambilan sampel penelitian di area hilir sungai Surabaya

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

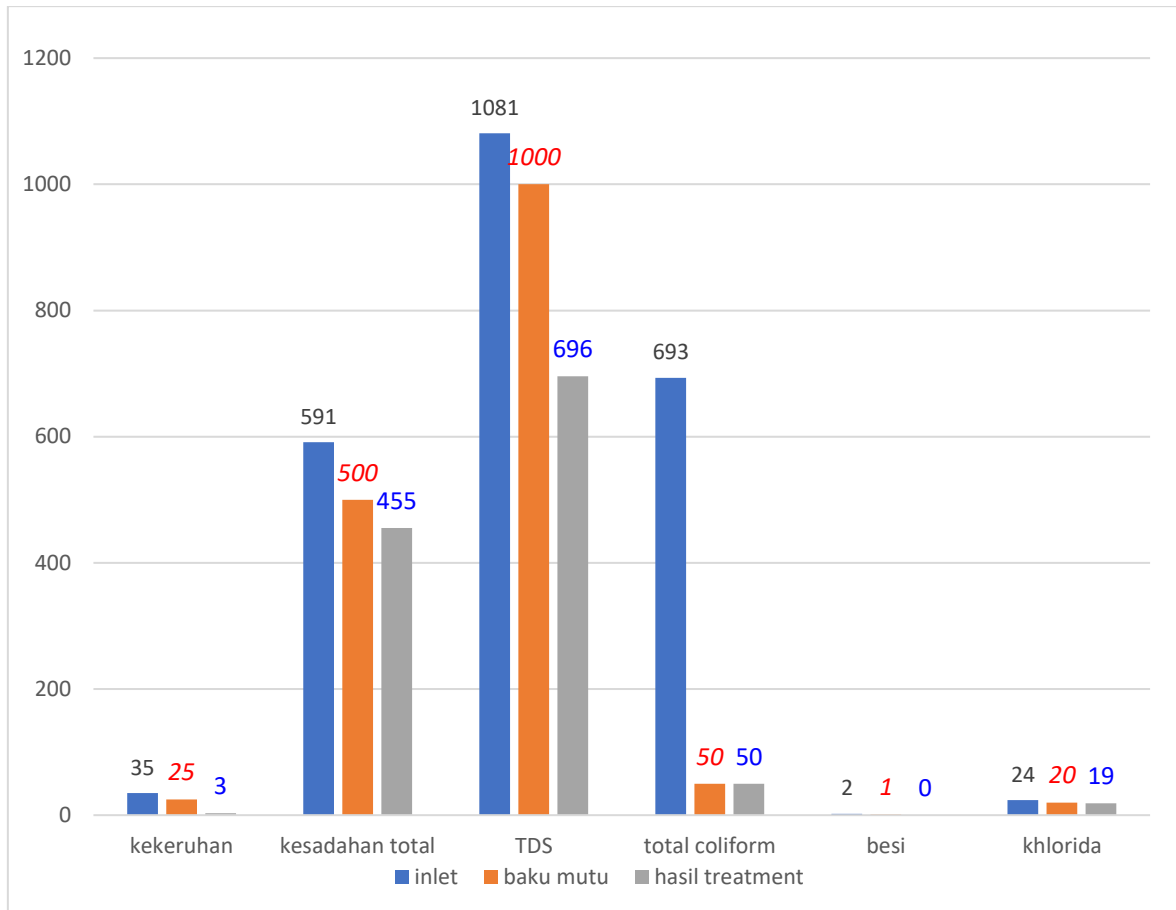
1. Hasil

Data hasil Rata rata dari treatment dengan 3 variabel dosis *Coagulant Aid* dan 3 waktu yang berbeda pada 3 replikan untuk parameter kekeruhan, kesadahan total, total dissolved solid (TDS), total coliform, besi, dan khlorida disajikan pada Tabel 1. berikut :

Table 1. Hasil Rata Rata Parameter Kekeruhan, Kesadahan Total, TDS, Total Coliform, Besi, dan Khlorida

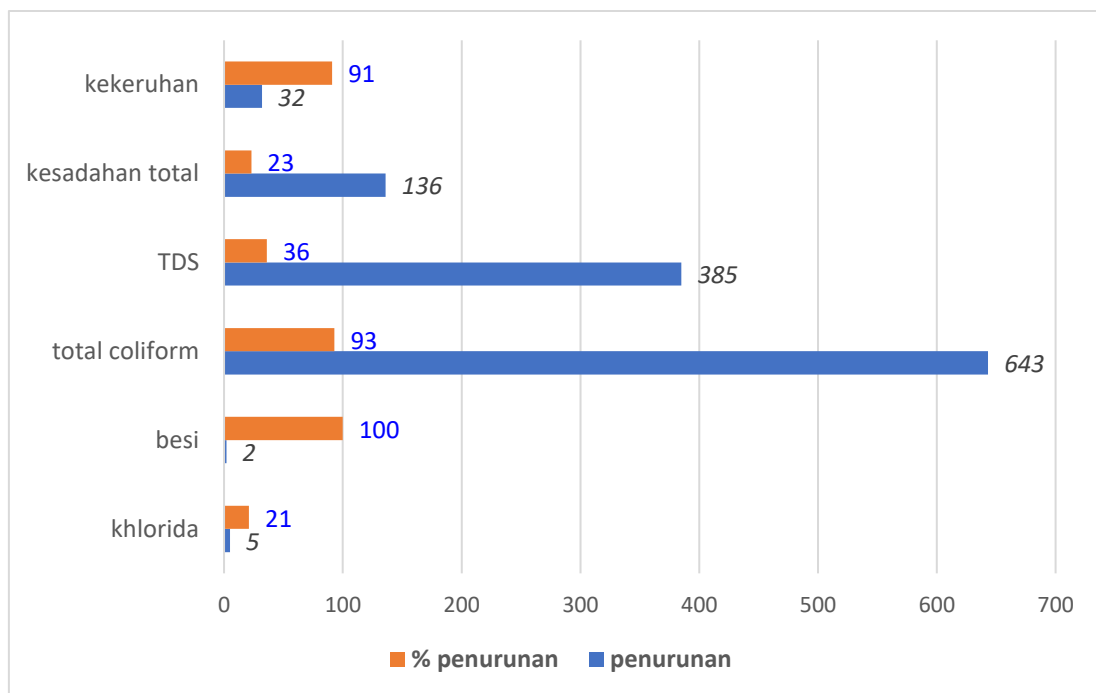
No.	Parameter	satuan	inlet	baku mutu	hasil treatment	penurunan	% penurunan
1.	kekeruhan	NTU	35	25	3	32	91
2.	kesadahan total	mg/l CaCO ₃	591	500	455	136	23
3.	TDS	mg/l	1081	1000	696	385	36
4.	total coliform	MPN/100 ml	693	50	50	643	93
5.	besi	mg/l	2	1	0	2	100
6.	khlorida	mg/l	24	20	19	5	21

Berdasarkan hasil pada Tabel 1 diperoleh informasi tentang rata rata hasil treatment, penurunan, dan persentase penurunan parameter kekeruhan, kesadahan total, total dissolved solid (TDS), total coliform, besi, dan khlorida dengan 3 variabel dosis *coagulant aid* dan 3 waktu yang berbeda pada 3 replikan.



Gambar 3. Grafik Parameter Inlet, Baku Mutu, dan Hasil Treatment

Gambar 3 merupakan grafik hasil rata rata parameter kekeruhan, kesadahan total, total dissolved solid (TDS), total coliform, besi, dan khlorida dengan 3 variabel dosis *Coagulant Aid* dan 3 waktu yang berbeda pada 3 replikan.



Gambar 4. Penurunan dan Persentase Penurunan Masing Masing Parameter

Gambar 4 menunjukkan gambaran nilai penurunan dan persentase penurunan hasil treatment penelitian

2. Pembahasan

Salinitas air payau disebabkan oleh kandungan garam natrium klorida (NaCl) yang tinggi. Salah satu cara pengolahan untuk *removal* NaCl adalah '*ion exchange*'. Penukaran ion-ion Na⁺ dan Cl⁻ dapat dilakukan dengan menggunakan resin sintesis. Pengusiran kation/anion dalam *ion exchange*, preferensinya mengikuti kekuatan pengusiran kation/anion masing masing [9]. Selama pandemi covid-19 kandungan klorin di Sungai Surabaya, pada pengujian Ecoton tanggal 7 Juli 2020, meningkat dibanding pantauan 16 April 2020, yakni dari 0,17 ppm menjadi 0,20 ppm. Sementara uji *total dissolved solid* (TDS) menunjukkan angka 3.100 ppm di wilayah Petekan, Surabaya utara (di Kali Mas hilir). Padahal standar TDS tidak boleh lebih 1000 ppm [2], [3].

Kekeruhan

Kekeruhan merupakan ukuran keruh tidaknya air. Kekeruhan air diatas 25 NTU tidak disarankan dalam keperluan higiene sanitasi karena kondisi ini secara fisik telah tampak keruhnya apalagi jika ditinjau dari polutan cemarannya. dalam penelitian ini kekeruhan mampu diturunkan sebesar 32 skala NTU (dari 35 NTU menjadi 3 NTU) hingga memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan sebesar 25 NTU mengacu pada referensi [2]. Dibandingkan dengan referensi [9], penggunaan ferrolite dan manganese greensand di dalam housing filter sebagai fungsi penyerapan, dan untuk penukar ion sintetik anion dan kation penurunan kekeruhan hanya sebesar 6,3 NTU.

Kesadahan total

Baku mutu kesadahan total untuk keperluan higiene sanitasi di Indonesia sebesar 500 mg/l CaCO₃. Dalam penelitian ini dapat diturunkan dari 591 mg/l CaCO₃ menjadi 455 mg/l CaCO₃ (memenuhi nilai ambang batas) mengacu pada referensi [2].

Total Dissolved Solid (TDS)

Nilai ambang batas untuk total dissolved solid dipersyaratkan dalam keperluan higiene sanitasi di Indonesia sebesar 1000 mg/l. Salah satu titik hilir sungai Surabaya pada awal 2021 dijumpai sedikit melebihi baku mutu yaitu 1081 mg/l. Namun oleh treatment dalam penelitian ini mengalami penurunan sebesar 385 ppm hingga memenuhi baku mutu (turun menjadi 696 ppm).

Total Coliform

Total Coliform pada salah satu titik hilir sungai Surabaya di awal 2021 jauh diatas baku mutu yang diberlakukan untuk keperluan higiene sanitasi di Indonesia, yaitu 693 MPN/100 ml sedangkan nilai ambang batasnya hanya 50 MPN/100 ml. Kondisi ini tidak mendukung nilai kesehatan ketika air digunakan untuk kebutuhan masyarakat. Hal ini harus diturunkan hingga memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Treatment dalam penelitian ini mampu menurunkan Total Coliform sebesar 643 MPN/100 ml.

Besi

Treatment dalam penelitian ini dapat menurunkan besi dari 2 mg/l hingga nol karena treatment ferrolite cukup kuat dalam menyerap Fe dan Mn yang ada dalam air. Hasil ini lebih bagus dibandingkan dengan referensi [10], dimana pengolahan air tanah menggunakan perlakuan polypropylene, manganese greensand, ferrolite, resin, RO, dan UV sterilizer menurunkan besi hanya 0,3487 mg/l.

Khlorida

Pada dasarnya khlorida tidak dipersyaratkan dalam keperluan higiene sanitasi. Akan tetapi untuk daerah hilir sungai yang telah mendekati muara laut dimungkinkan kondisinya payau. Sebagai gambaran, batasan baku mutu khlorida untuk air bersih sebesar 500-600ppm. Sampel dalam penelitian ini kadar kloridanya rendah (hanya 24 ppm), ini dimungkinkan aliran di sekitar muara sungai tidak naik ke badan sungai.

IV. KESIMPULAN

Proses koagulasi, filtrasi, absorpsi, dan ion exchange menggunakan treatment *Coagulant Aid*, ferrolite, manganese green sand, resin sintesis anion, dan resin sintesis kation pada pengolah air sungai dapat menurunkan kekeruhan sebesar 32 skala NTU, kesadahan total 136 mg/l CaCO₃, total dissolved solid (TDS) 385 mg/l, total coliform 643 MPN/100 ml, besi 2 mg/l, dan khlorida 5 mg/l dari kondisi awal tidak memenuhi menjadi memenuhi baku mutu persyaratan keperluan higiene sanitasi (mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017).

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada pengelola laboratorium jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya yang telah berkontribusi dalam memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] (2010) website Menteri Pekerjaan Umum Indonesia [OnLine]. “Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Brantas” Jawa Timur-Indonesia, Nomor : 268/KPTS/M/2010, Available: https://sda.pu.go.id/assets/files/2010_Pola%20PSDA%20Brantas.pdf
- [2] (2017) website Menteri Kesehatan Republik Indonesia [OnLine]. “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017” tentang Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Download/103041/Permenkes%20Nomor%2032%20Tahun%202017.pdf>
- [3] (2020) website mongabay-ecoton, P. Riski, [OnLine]. “Pencemaran Sungai Surabaya Meningkatkan Selama Pandemi”, *Ecoton*, 28 July 2020. Available: <https://www.mongabay.co.id/2020/07/28/ecoton-pencemaran-sungai-surabaya-meningkat-selama-pandemi/>
<https://www.mongabay.co.id/byline/petrus-riski-surabaya/>
- [4] (2021) website Kominfo Jatim [OnLine]. “Pencemaran Industri Berkurang, Sampah Menumpuk di Bantaran Kali Surabaya”, Available: <https://kominfo.jatimprov.go.id/read/umum/pencemaran-industri-berkurang-sampah-menumpuk-di-bantaran-kali-surabaya>, diunduh pada 27 Maret 2023.
- [5] B. R. Widiatmono, K. D. Pavita, and L. Dewi, “Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Surabaya dengan Menggunakan Metode Neraca Massa”, *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, vol. 5, no. 3, pp. 273-280, Desember 2017.
- [6] D. E. Purnamasari, “Penentuan Status Mutu Air Kali Wonokromo Dengan Metode Storet Dan Indeks Pencemar”, *Tugas Akhir FTSP ITS*, 2017. Available: <https://repository.its.ac.id/43890/1/3313100004-Undergraduate-Theses.pdf>
- [7] D. V. G. AUFAR, “Analisis Kualitas Air Sungai Pada Aliran Sungai Kali Surabaya”, *Swara Bhumi*, vol. V, no. 08, pp.1-6, 2019.
- [8] S. Purwoto and J. Sutrisno, “Learning About Water Purification Using Filtration And Reverse Osmosis”, in *The 9th International Conference on Education of Adi Buana (ICETA-9)* ISBN ; 9789798559976, Agustus 2017, pp. 205-211.
- [9] S. Purwoto, Rusdiyantoro, and B. P. Sembodo, “Pre Treatment Of Raw Water Through The Coagulation Process, Filtration, Absorption, And Ion Exchange In Drinking Water”, *Water And Energy International*, vol. 62, no. 04, pp. 61-65, 2019.
- [10] S. Purwoto, Rusdiyantoro, and B. P. Sembodo, and Y. D. Nurcahyanie, “Decrease in Drinking Water Parameters by Polypropylene, Manganese Greensand, Ferrolite, Resin, RO, and UV Sterilizer”, *Water And Energy International*, vol. 63, no. 04, pp. 54-59, 2020.
- [11] S. Purwoto, Rusdiyantoro, and B. P. Sembodo, and Y. D. Nurcahyanie, “Drinking Water Processing Using UV Rays”, in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Conference on Environmental Engineering (ICOEE) 506(01)*, 2020, pp. 012022. Available: DOI ; <https://doi.org/10.1088/1755-1315/506/1/012022>

- [12] Yulfiah, F. Suzantho, M. N. Kusuma, “Agihan Kualitas Air Kali Surabaya Berdasarkan Perbedaan Penggunaan Lahan”, *Serambi Engineering*, vol. 4 (Edisi Khusus), pp. 426-431, 2019.