

Gambaran Proses Pengolahan dan Kualitas Air Minum pada Sumber Karangan Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang

Description of the Treatment Process and Quality of Drinking Water at Sumber Karangan Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang

Erna Maya Safa^{1*}, Lilis Sulistyorini¹

¹Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya, 60115, Indonesia

Article Info

*Correspondence:

Erna Maya Safa
ernamysf@gmail.com

Submitted: 24-07-2023

Accepted: 25-04-2024

Published: 12-12-2024

Citation:

Erna Maya Safa, & Sulistyorini, L. (2024). Drinking Water Treatment Process at Sumber Karangan Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang. *Media Gizi Kesmas*, 13(2), 621–632. <https://doi.org/10.20473/mgk.v13i2.2024.621-632>

Copyright:

©2024 by Safa and Sulistyorini, published by Universitas Airlangga. This is an open-access article under CC-BY-SA license.



ABSTRAK

Latar Belakang: Air sangat diperlukan manusia. Misalnya adalah air minum dapat secara langsung dikonsumsi jika memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Perumda Air Minum Kota Malang menggunakan sumber air di Sumber Karangan karena memenuhi persyaratan air minum. Air baku Sumber Karangan hanya menggunakan metode pengolahan secara sebagian, yakni dengan menggunakan klorinasi.

Tujuan: Tujuan penelitian ini adalah untuk menjelaskan proses pengolahan air minum serta mengetahui hasil pengolahan berdasarkan kualitas secara fisika, kimia, dan bakteriologis pada Sumber Karangan.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksploratif melalui pengambilan data secara kualitatif dengan melakukan wawancara, observasi langsung, dan kajian literatur sebagai penunjang informasi yang berkaitan dengan proses pengolahan air minum.

Hasil: Berdasarkan hasil penelitian, tahapan yang dilakukan adalah *intake*, klorinasi, *reservoir*, *flushing*, dan distribusi pelanggan. Pemeriksaan kualitas air baku menunjukkan Sumber Karangan hanya memerlukan klorinasi sebagai proses desinfeksi. Sedangkan pemeriksaan kualitas air minum pelanggan menunjukkan telah memenuhi persyaratan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Kesimpulan: Proses pengolahan air minum pada Sumber Karangan sudah sesuai dengan peraturan yang berlaku serta telah didistribusikan ke jaringan pelanggan dengan jaminan keamanan sehingga dapat dikonsumsi secara langsung oleh pelanggan.

Kata kunci: Air baku, Air bersih dan sanitasi layak, Air minum, Pengolahan air minum, Sumber Karangan

ABSTRACT

Background: Water is needed by humans, especially drinking water. Drinking water can be directly consumed if it meets the requirements in Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010 concerning Drinking Water Quality Requirements. Sumber Karangan is the raw water source for Perumda Air Minum Kota Malang has met the requirements for drinking water quality. Sumber Karangan raw water only uses a partial processing method, namely by using chlorination.

Objectives: In general, this study aims to explain the drinking water treatment process at Sumber Karangan. In particular, this study aims to determine the results of drinking water treatment by looking at the quality of drinking water physically, chemically, and bacteriologically at Sumber Karangan.

Methods: This study used exploratory research methods through qualitative data collection by conducting interviews, direct observation, and literature review as supporting information related to drinking water treatment processes.

Results: Based on the research result, the steps taken are intake, chlorination, reservoir, flushing, and customer distribution. Examination of the quality of raw water showed that the quality of raw water at Sumber Karang only requires chlorination as a disinfection process. The quality of the customer's drinking water showed that the quality meets the requirements in Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010 concerning Drinking Water Quality Requirements.

Conclusions: The drinking water treatment process at Sumber Karang follows applicable regulations and has been distributed to customer networks with guaranteed safety so that it can be consumed directly by customers.

Keywords: Clean water and sanitation, Drinking water, Drinking water treatment, Raw water, Sumber Karang

PENDAHULUAN

Manusia memiliki ketergantungan terhadap air yang memiliki banyak peran dan pengaruh terhadap keberlangsungan tidak hanya dalam kehidupan manusia namun makhluk hidup lainnya. Kebutuhan air tersebut akan terus mengalami peningkatan seiring berjalannya waktu. Hal ini disebabkan salah satunya adalah pertumbuhan penduduk yang cukup pesat. Air yang dapat langsung dikonsumsi apabila memenuhi persyaratan, jika air tidak maka memerlukan pengolahan terlebih dahulu agar dapat dikonsumsi.

Kualitas air minum diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010, parameter yang diatur terdiri dari parameter mikrobiologis, parameter fisika, serta parameter kimiawi (Kemenkes RI, 2010a). Proses yang digunakan setiap Perusahaan Air Minum dalam mengolah air minum berbeda-beda tergantung pada kualitas air baku yang digunakan (Sobari, 2020). Pengolahan air secara lengkap biasa digunakan pada sumber air baku dengan tingkat pencemaran tinggi dan pengolahan air secara sebagian biasanya digunakan pada sumber air baku yang memiliki tingkat pencemaran relatif rendah (BPSDM, 2018).

Sebagai kota besar di Jawa Timur, Kota Malang terkenal dengan potensi alam yang sangat besar, terutama dikarenakan lokasinya yang berada di dataran tinggi sehingga berpotensi memiliki banyak sumber air baku untuk digunakan dalam proses pengolahan air minum. Namun, jarak jangkauan antara sumber air baku dengan masyarakat menjadi sebuah persoalan. Sehingga, Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang menjadi lembaga yang memiliki peran sebagai penyelenggara pengolahan air minum dan memberikan masyarakat kemudahan dalam akses air minum. Menurut data Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang, jangkauan wilayah pelayanan pada tahun 2022 mencakup 80% dari luas Kota Malang dengan jangkauan pelanggan sebesar 100% penduduk Kota Malang atau sebesar 175.109 total pelanggan. Pada

tahun 2021, tercatat Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang menyalurkan air minum ke pelanggan adalah sebesar 282.976 m³ dan meningkat pada tahun 2022 sebesar 319.945 m³.

Selama proses pengolahan air minum, banyak hal yang perlu diperhatikan agar dapat dihasilkan air minum yang sesuai persyaratan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah tahapan pengolahan pada Sumber Karang adalah intake, klorinasi, penampungan sementara, dan distribusi ke pelanggan. Setiap tahapan pengolahan air minum harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi kualitas air minum yang dihasilkan, sehingga sangat dibutuhkan untuk menjaga kualitas air minum (Fitri, 2016).

Air minum yang didistribusikan tidak boleh terdapat cemaran, karena dapat memberikan dampak negatif pada konsumen atau pelanggan. Pemilihan air baku juga mempengaruhi kelayakan sumber air baku, sehingga proses pengolahan air minum berpengaruh terhadap kualitas yang dihasilkan (Pradana *et al.*, 2019). Tujuan penelitian ini adalah untuk menjelaskan proses pengolahan air minum serta mengetahui hasil pengolahan berdasarkan kualitas secara fisika, kimia, dan bakteriologis pada Sumber Karang.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 2 Februari 2022–14 Maret 2022. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksploratif untuk mendapatkan gambaran proses pengolahan dan kualitas air minum di Sumber Karang melalui pengambilan data secara kualitatif dengan melakukan wawancara, observasi langsung, dan kajian literatur sebagai penunjang informasi yang berkaitan dengan proses pengolahan air minum di Sumber Karang.

Data primer didapatkan melalui wawancara dengan pegawai PDAM Tugu Tirta bagian produksi terkait tahapan pengolahan air minum serta hal yang

perlu diperhatikan dalam pengolahan air minum dan melakukan kegiatan observasi langsung ketika proses pengolahan air minum dilakukan di Sumber Karang. Sedangkan data sekunder didapatkan melalui kajian literatur yang meliputi kebijakan persyaratan yang digunakan, kebijakan tata laksana pengawasan, tahapan pengolahan air minum, dan hasil pengolahan dari Sumber Karang. Hasil wawancara, observasi lapangan, dan kajian literatur dianalisis dan disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dengan disertai penjelasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Sumber Karang

Sumber Karang merupakan sumber air yang terletak di Desa Donowarih Karang, Jakaan, Bonowarih, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Sumber Karang dibangun pada tahun 1915 dan memiliki ketinggian 721 mdpl dengan jarak 15 km dari Kota Malang. Kapasitas maksimal yang dihasilkan oleh Sumber Karang adalah sebesar 40 lt/dt dengan kapasitas produksi sebesar 30,78 lt/dt. Kapasitas produksi yang lebih sedikit daripada kapasitas maksimal dikarenakan air baku tidak dapat sepenuhnya diolah, sehingga sisanya digunakan sebagai pengairan masyarakat sekitar sebagai sarana irigasi. Sumber Karang menggunakan sistem gravitasi dalam proses produksinya karena Sumber Karang memiliki tingkat elevasi atau ketinggian yang lebih tinggi daripada daerah pelayanannya (PDAM Kota Malang, 2020b).



DATA SUMBER	
NAMA SUMBER	: KARANGAN
LOKASI	: DS. DONOWARIEH KEC. KARANGPLOSO KAB. MALANG
LUAS TANAH	: 13.350 M2
KETINGGIAN	: 721 M DPL
JARAK	: 15 KM DARI MALANG
DIBANGUN TH	: 1915
DEBIT IJIN	: 40 L / DET
REALISASI	: ± 38 L / DET

Gambar 1. Palang Informasi di Sumber Karang

Air baku Sumber Karang berasal dari Gunung Arjuno, kemudian air ditangkap pada bangunan penangkap air atau disebut *Broncaptering* (BC) yang selanjutnya diklorinasi sebelum ditransmisikan ke *reservoir* dan didistribusikan ke Zona. Air minum produksi dari Sumber Karang sebesar 2533,22 m³/day dan sebesar 29,32 lt/dt yang disalurkan menuju 8 DMA (*District Meter Area*) yaitu Mergo Utomo, Bukit Cemara Tujuh,

Tlogoagung, Joyoagung, Batu Permata, Bukit Hijau, dan Terminal Landungsari.

Proses Pengolahan Air Minum di Sumber Karang

Air baku pada Sumber Karang yang berasal dari Gunung Arjuna merupakan air yang memiliki kualitas air baku yang sudah cukup bersih sehingga tidak banyak membutuhkan tahapan. Sumber Karang menggunakan sistem pengolahan air baku menjadi air minum secara sebagian, yakni perilaku yang diberikan hanya desinfeksi dengan melakukan klorinasi untuk mempertahankan kualitas air minum hingga sampai ke pelanggan. Tahapan proses pengolahan air minum di Sumber Karang:

1. Intake

Air baku pada Sumber Karang berasal dari aliran air langsung Gunung Arjuna yang ditangkap menggunakan bangunan penangkap air atau disebut dengan *Broncaptering* (BC). Air ditangkap, ditampung, dan kemudian dialirkan menuju ruang klorinasi melalui perpipaan (Kementerian PUPR, 2018). Selain digunakan sebagai penangkap air, *Broncaptering* (BC) juga digunakan sebagai penyaring pertama air baku dari benda asing sebelum dialirkan ke perpipaan (Mangidi, Sjahrir and Deriansyah, 2014).



Gambar 2. Bangunan Penangkap Air atau *Broncaptering* (BC)

Air baku tidak dapat ditampung secara keseluruhan, sehingga sebagian air baku yang tidak tertampung dialirkan kembali ke masyarakat yang digunakan sebagai sarana irigasi dan pengairan masyarakat setempat. Berdasarkan hal ini, air baku di Sumber Karang digunakan dalam kebutuhan proses produksi air minum oleh Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang dan digunakan oleh masyarakat setempat sebagai sarana irigasi dan pengairan. Air baku yang dialirkan kembali ke masyarakat dialirkan menggunakan pipa buangan yang terdapat di samping bangunan penangkap air atau *Broncaptering* (BC).



Gambar 3. Pipa Buangan

2. Klorinasi

Klorinasi merupakan proses desinfeksi air secara kimia dengan melakukan penambahan klor pada air baku dalam proses pengolahan air minum yang bertujuan untuk menghilangkan bakteri patogen dan menjaga kualitas air (Maulidia, Mirwan and Aulidia, 2023). Klorinasi banyak digunakan dalam proses desinfeksi air karena biayanya relatif murah, penggunaannya mudah, serta hasil lebih efektif (Kencanawati and Mustakim, 2017). Selain lebih efektif, klorinasi masih banyak digunakan oleh penyedia air minum daerah dikarenakan klor tidak menimbulkan bau pada air minum (Putri and Amalia, 2023). Klorinasi dilakukan di ruang klorinasi. Air baku Sumber Karang sudah memenuhi standar persyaratan kualitas air minum. Sehingga, penambahan klorinasi digunakan sebagai pengaman air minum hingga sampai ke pelanggan.



Gambar 4. Ruang Klorinasi



Gambar 5. Instalasi Alat Klorinasi

7



Gambar 6. Tabung Klorinasi

Sumber karangan menggunakan dua tabung klor berkapasitas masing-masing 100 kg. Satu tabung aktif digunakan dan satu tabung digunakan sebagai cadangan. Pergantian tabung klor biasanya dilakukan satu bulan sekali. Banyaknya penggunaan klor pada proses klorinasi dipengaruhi oleh pH, kekeruhan, suhu, jarak, serta keberadaan organisme dalam air (Kali *et al.*, 2021). Penggunaan klor yang diperbolehkan dalam air minum adalah 0,2-1 mg/l (Kemenkes RI, 2010b). pH air baku yang ideal dalam proses klorinasi atau proses desinfeksi adalah <8, ketika pH air tinggi maka dosis klor perlu dinaikkan agar tetap ideal. Kekeruhan mempengaruhi dosis klor karena partikel penyebab kekeruhan secara tidak langsung melindungi mikroorganisme dari klorinasi. Suhu air yang tinggi dapat mempercepat proses desinfeksi. Jarak juga dapat mempengaruhi penggunaan klor, sehingga pada beberapa titik jaringan distribusi harus secara rutin dipantau guna mempertahankan kualitas air minum yang didistribusikan. Semakin jauh jarak tempuh air, semakin banyak klor yang dibutuhkan karena semakin rendah konsentrasi klor pada titik terjauh (Damayanti, 2020).

3. Reservoir

Setelah dari pos klorinasi, air dialirkan menuju *reservoir* Bangkon melalui pipa transmisi. *Reservoir* merupakan wadah penampungan air sementara yang berfungsi untuk mengendalikan tekanan air dan kualitas air minum dengan melakukan pengendalian sisa klor di titik terjauh (Wahyu Diana, Sholichin and Haribowo, 2020). Sisa klor pada *reservoir* dipertahankan pada konsentrasi 0,2-1mg/l yang diukur menggunakan tablet DPD *Free Chlorin Reagen* (Komala, Dewi and Adetya, 2023). Pada *reservoir* Bangkon, air yang masuk setiap hari dilakukan pengendalian dan klorinasi ulang guna menghindari potensi kontaminasi sebagai upaya menjaga kualitas air minum sebelum didistribusikan ke pelanggan.



Gambar 7. Reservoir Bangkon



Gambar 9. Flushing menggunakan Bran Kran (BR)



Gambar 8. Ruang Klorinasi Reservoir Bangkon

4. Flushing

Flushing merupakan upaya yang dilakukan oleh Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang untuk membersihkan jaringan perpipaan dari adanya endapan. Flushing bertujuan untuk menjaga dan mempertahankan kualitas air minum di berbagai titik-titik terjauh pelanggan yang diselenggarakan secara rutin pada 40 titik setiap harinya dengan menggunakan alat bernama Bran Kran (BR), Blow Off (BO), serta hydrant (PDAM Kota Malang, 2021).



Gambar 10. Flushing menggunakan Blow Off (BO)

Flushing berfungsi dalam mengendalikan kualitas fisik air minum ketika ditemukan adanya parameter yang tidak sesuai dengan persyaratan kualitas air minum, seperti sisa klor yang melebihi batas yaitu 1mg/l dan kekeruhan melebihi batas maksimal yaitu 5 NTU. Terjadinya kekeruhan dapat disebabkan karena adanya masalah pada pipa distribusi seperti pipa bocor atau pecah, sehingga flushing juga berperan penting dalam upaya identifikasi penyebab dan kemungkinan potensi risiko yang terjadi (van Bel *et al.*, 2019).

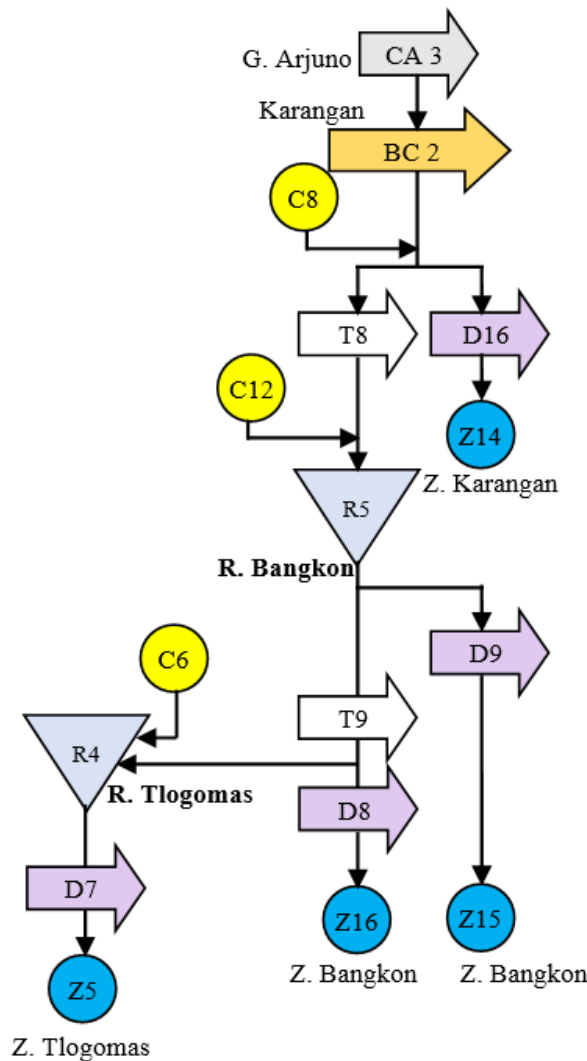
5. Distribusi Air Minum Pelanggan

Distribusi produksi air minum yang bersumber dari Sumber Karangon dipastikan telah

memenuhi persyaratan kualitas air minum sebelum didistribusikan ke daerah layanan pelanggan. Daerah layanan pelanggan dari Sumber Karanganyang antara lain adalah Zona Karanganyang, Zona Bangkoyang, dan Zona Tlogomas (PDAM Kota Malang, 2020a).

Berdasarkan gambar rantai pasok (gambar 11), air baku Sumber Karanganyang berasal dari *catchment area* (CA3) Gunung Arjuno kemudian ditampung di *broncaptering* (BC2). Pada *broncaptering*, air baku diklorinasi sebelum diteruskan ke pipa transmisi (T8) dan pipa distribusi (D16). Pada pipa distribusi (D16) air didistribusikan ke Zona Karanganyang (Z14), sedangkan pada pipa

transmisi (T8) air dialirkan ke *reservoir* Bangkoyang (R5) untuk dilakukan re-klorinasi sebelum dialirkan ke pipa distribusi (D9) dan pipa transmisi (T9). Pada pipa distribusi (T9) air didistribusikan ke Zona Bangkoyang (Z15), sedangkan pada pipa transmisi (T9) air didistribusikan ke Zona Bangkoyang (Z16) dan diteruskan ke *reservoir* Tlogomas (R4) untuk dilakukan re-klorinasi sebelum didistribusikan melalui pipa distribusi (D7) ke Zona Tlogomas (Z5). Zona ini mencakup 8 DMA (*District Meter Area*) yaitu Mergo Utomo, Bukit Cemara Tujuh, Tlogoagung, Joyoagung, Batu Permata, Bukit Hijau, dan Terminal Landungsari.



Gambar 11. Rantai Pasok pada Sumber Karanganyang
Sumber: Situs Perumda Air Minum Kota Malang

Pemeriksaan Air Baku di Sumber Karanganyang

Pemeriksaan kualitas air baku dilakukan sebagai upaya pengawasan untuk mencapai kualitas yang telah disesuaikan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010. Pemeriksaan kualitas air minum dilakukan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No.736/2010. Pemeriksaan kualitas air baku dilakukan rutin secara internal dan eksternal

masing-masing 2 kali dalam satu tahun (Kemenkes RI, 2010b). Pengawasan internal dilakukan oleh Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang. Sedangkan pengawasan eksternal dilakukan oleh Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I Kota Malang.

Pemeriksaan yang dilakukan oleh kedua lembaga memiliki pedoman peraturan yang berbeda

dikarenakan metode pemeriksaan dan pengukuran yang digunakan dalam pemeriksaan kualitas air baku adalah berbeda. Perumda Air Minum Kota Malang menggunakan Peraturan Pemerintah No.82/2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Sedangkan, Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I Kota Malang menggunakan Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Berdasarkan tabel 1, didapatkan hasil *total coliform*, E coli, kekeruhan, dan total zat terlarut yang memenuhi persyaratan kualitas air baku dalam Peraturan Pemerintah No.82/2001. Jumlah nitrat pada tanggal 7 Januari 2020 tidak memenuhi syarat, sedangkan memenuhi syarat pada tanggal 19 Oktober 2020 dan sisanya tidak dilakukan pemeriksaan. Jumlah nitrit yang didapatkan juga tidak memenuhi persyaratan pada pemeriksaan kualitas air tanggal 7 Januari 2020 dan 19 Oktober 2020 dengan hasil

masing-masing 0,08 mg/l dan 0,22 mg/l. Hasil nitrit hanya memenuhi persyaratan kualitas air pada pemeriksaan kualitas air tanggal 22 Juni 2021 dan sisanya tidak dilakukan pemeriksaan. Pada hasil yang tidak dilakukan pemeriksaan, meliputi pemeriksaan nitrit, nitrat, kekeruhan, dan zat terlarut.

Berdasarkan tabel 2, didapatkan hasil nitrat, nitrit, kekeruhan, dan total zat terlarut yang memenuhi persyaratan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010. Sedangkan, jumlah *total coliform* hanya memenuhi syarat kualitas air minum pada bulan Juli 2020 dan Desember 2020 dan ditemukan tidak memenuhi syarat pada bulan September 2021 dan Desember 2021. Hasil pemeriksaan E coli tidak memenuhi syarat pada bulan September 2021 dan memenuhi syarat pada bulan Juli 2020, Desember 2020, dan Desember 2021. Pada pemeriksaan kualitas air baku oleh Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I Kota Malang tidak ada parameter yang tidak dianalisis.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Air Baku Sumber Karanganyah Tahun 2020 dan 2021 oleh Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang

Parameter	Kadar Maks (PP No.82 Th.2001)	Satuan	7 Januari 2020	19 Oktober 2020	22 Juni 2021	22 November 2021
Total Coliform	1000	jml coloni/ 100ml	0	0	0	0
E coli	100	jml coloni/ 100ml	0	0	0	0
Nitrat	10	mg/l	48,6	0	-	-
Nitrit	0,06	mg/l	0,08	0,22	0	-
Kekeruhan	25	NTU	0,94	-	-	0,23
Total Zat Terlarut	1000	mg/l	150	167	-	173
Pertimbangan Sebagai Air Minum			TMS	TMS	MS	MS

Sumber: Laporan Tahunan Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang 2020 dan 2021

Keterangan:

TMS = Tidak Memenuhi Syarat

MS = Memenuhi Syarat

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Air Baku Sumber Karanganyah Tahun 2020 dan 2021 oleh Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I

Parameter	Kadar Max (Permenkes No.492 Th.2010)	Satuan	Juli 2020	Desember 2020	September 2021	Desember 2021
Total Coliform	0	mpn/100ml	<2	<2	17	6,8
E coli	0	mpn/100ml	<2	<2	8,1	<1,8
Nitrat sebagai N	50	mg/l	34,08	34,42	22,38	19,96
Nitrit sebagai N	3	mg/l	<0,0012	0,0028	0,0206	<0,0012
Kekeruhan	5	NTU	0,43	0,43	0,59	0,87
Total Zat Terlarut	500	mg/l	190,2	319,6	310,8	247,2
Pertimbangan Sebagai Air Minum			MS	MS	TMS	TMS

Sumber: Laporan Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I 2020 dan 2021

Keterangan:

TMS = Tidak Memenuhi Syarat

MS = Memenuhi Syarat

Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas air baku pada tabel 1 dan tabel 2 di Sumber Karanganyah, didapatkan dua jenis parameter yang melebihi kadar

maksimal yang ditentukan. Kadar nitrat dan nitrit pada pemeriksaan internal bulan Januari 2020 dan Oktober 2020 melebihi batas kadar maksimal yang ditentukan

oleh Peraturan Pemerintah No.82/2001 yaitu kadar nitrat yang diperbolehkan adalah 10 mg/l, kadar maksimal nitrit yang diperbolehkan adalah 0,06 mg/l. Ditemukannya kadar yang melebihi batas yang ditentukan dikarenakan di sekitar Sumber Karang terdapat pemukiman dan lahan pertanian. Air dari pemukiman dan lahan pertanian mempengaruhi kualitas air karena air melewati jalur perpipaan di Sumber Karang.

Nitrat merupakan hasil penguraian amonia yang dioksidasi. Sedangkan, kadar nitrit dalam air tidak setinggi nitrat karena mudah teroksidasi menjadi nitrat sehingga kadar nitrat menjadi lebih tinggi di lingkungan (Herlianti *et al.*, 2016). Nitrat dan nitrit di air juga dipengaruhi oleh aktivitas manusia misalnya penggunaan pupuk pertanian, pertambangan, hingga limbah organik (Setiowati *et al.*, 2016; Emilia, 2019). Nitrat dan nitrit mudah diserap oleh tubuh melalui air minum (van den Brand *et al.*, 2020; Golaki *et al.*, 2022). Tingginya kadar nitrat pada air dapat mempercepat pertumbuhan dan perkembangan organisme sehingga menyebabkan terjadinya pembentukan senyawa karsinogenik dan mutagenik yang mampu menyebabkan terjadinya *methemoglobin* atau *Blue Baby Syndrome*, yakni sindrom yang disebabkan berkurangnya kemampuan sel darah merah untuk mengikat oksigen sehingga kulit bayi menjadi terlihat biru karena darah kekurangan oksigen (McNulty *et al.*, 2022). Tingginya kadar nitrit pada air dapat mengurangi kadar sisa klor dan meningkatkan tumbuhnya bakteri (Hossain *et al.*, 2022). Konsumsi air minum yang mengandung nitrit dapat meningkatkan risiko terjadinya kanker seperti kanker otak, kanker kandung kemih, dan kanker usus (Barry *et al.*, 2020; Hosseini *et al.*, 2021; Picetti *et al.*, 2022).

Nilai kadar bakteri *total coliform* dan *E coli* pada pemeriksaan internal telah memenuhi persyaratan sesuai Peraturan Pemerintah No.82/2001. Sedangkan, pada pemeriksaan eksternal terdapat hasil *total coliform* dan *E coli* tidak memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010, yakni kadar *total coliform* adalah sebesar 17 mpn/100ml pada bulan September 2021 dan 6,8 mpn/100ml pada bulan Desember 2021. Sedangkan, kadar *E coli* adalah sebesar 8,1 mpn/100ml pada bulan September 2021.

Ditemukannya kadar yang melebihi batas yang ditentukan dikarenakan di sekitar Sumber Karang terdapat pemukiman warga. Air dari pemukiman warga mempengaruhi kualitas air karena air melewati jalur perpipaan di Sumber Karang. *Total coliform* dan *E coli* biasanya berasal dari limbah organik manusia. Jarak yang dekat antara pemukiman dan sumber air juga mempengaruhi jumlah *total coliform* dan *E coli* dalam air (Sekarwati, Subagiyono and Wulandari, 2016; Korniasih and Sumarya, 2021). Keberadaan bakteri *total coliform* dan *E coli* dalam makanan maupun minuman dapat menyebabkan penyakit diare pada orang yang mengonsumsi makanan dan minuman tersebut.

Pada hasil pemeriksaan kekeruhan secara internal maupun eksternal, kadar kekeruhan memenuhi persyaratan kualitas air minum dalam Peraturan Pemerintah No.82/2001 maupun Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010. Kekeruhan pada air menunjukkan adanya partikel yang mempengaruhi kualitas air. Kekeruhan biasanya disebabkan oleh adanya lumpur, tanah liat, zat organik, serta partikel lain yang ada pada air. Adanya kekeruhan pada air dapat menghambat proses desinfeksi air minum sehingga hal ini berbahaya bagi keamanan dan kualitas air minum (Sihombing, 2019). Kadar total zat terlarut pada pemeriksaan kualitas air baku internal maupun eksternal tidak ditemukan hasil yang melebihi batas kadar maksimal total zat terlarut yang diatur dalam Peraturan Pemerintah No.82/2001 maupun Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010. Apabila kadar total zat terlarut air minum tinggi, maka dapat mengubah rasa serta mengganggu kualitas keamanan air minum (Emilia, 2018).

Pemeriksaan Air Minum Pelanggan di Sumber Karang

Pemeriksaan air minum pelanggan dilakukan oleh laboratorium Perumda Air Minum Kota Malang sebagai upaya pengawasan kualitas. Pemeriksaan dilakukan minimal 2 kali dalam satu tahun di setiap titik terjauh atau *critical point*. Pemeriksaan dilakukan untuk menentukan apakah air yang didistribusikan sudah memenuhi persyaratan.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Air Minum Pelanggan Tahun 2020 dan 2021 oleh Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang

Parameter	Satuan	Kadar Max	Lokasi			
			Perum Bukit Cemara Tujuh H.01	Perum Bukit Cemara Tujuh Blok-1	Perum Bukit Cemara Tujuh Blok-1	Jl. Bukit C Tujuh 69
Tanggal Sampling			10-06-2020	04-08-2020	12-10-2020	06-04-2021
Jarak dari Sumber Karang	km		8,6	8,6	8,6	8,7
Total Coliform	mpn/100ml	0	0	0	0	0
E coli	mpn/100ml	0	0	0	0	0
Sisa Klor	ppm	0,2-5	0,3	0,6	0,3	0,3

Parameter	Satuan	Kadar Max	Lokasi			
			Perum Bukit Cemara Tujuh H.01	Perum Bukit Cemara Tujuh Blok-1	Perum Bukit Cemara Tujuh Blok-1	Jl. Bukit C Tujuh 69
Kekeruhan	NTU	5	1,92	0,53	0,89	-
Total Zat Terlarut	mg/l	500	141	145	145	160
pH		6,5-8,5	7,1	6,4	-	7
Pertimbangan Sebagai Air Minum			MS	TMS	MS	MS

Sumber: Laporan Tahunan Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang 2020 dan 2021

Keterangan:

TMS = Tidak Memenuhi Syarat

MS = Memenuhi Syarat

Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas air minum pelanggan pada tabel 3, didapatkan hasil pada satu titik lokasi pemeriksaan pada 4 waktu yang berbeda yakni pemeriksaan dilakukan di sekitar lokasi Perum Bukit Cemara Tujuh dengan tanggal sampling yang berbeda-beda. Pada keempat waktu sampling, ditemukan kadar *total coliform* dan *E coli* sesuai persyaratan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010. Air yang terkontaminasi oleh bakteri artinya air tersebut sudah tidak layak konsumsi dan dapat menyebabkan terjadinya penyakit seperti diare, disentri, kolera, dan tifus (Odonkor and Mahami, 2020). Bakteri *total coliform* meskipun banyak ditemukan di lingkungan tidak berpengaruh besar pada terjadinya sakit perut namun dapat menunjukkan bahwa air tersebut sudah tercemar dengan bakteri lainnya. Sedangkan bakteri *E coli* yang biasanya ditemukan di sistem pencernaan manusia dan hewan dapat menyebabkan terjadinya sakit perut seperti diare, muntah, dan perut kembung (Mahmud *et al.*, 2019; Tok *et al.*, 2019; Oteppo, 2020). Biasanya, bakteri *total coliform* ditemukan bersamaan dengan bakteri *E coli* yang disebabkan karena limbah organik manusia (Osmani *et al.*, 2019). Sehingga, hal yang harus diperhatikan adalah jarak antara pemukiman, jalur perpipaan air minum, sanitasi air, serta keamanan jaringan perpipaan (Sekarwati *et al.*, 2016; Korniasih and Sumarya, 2021).

Sisa klor merupakan salah satu parameter penting dalam pengendalian kualitas air minum. Sisa klor dalam pemeriksaan kualitas pada keempat waktu sampling telah memenuhi persyaratan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010 yaitu berada pada rentang 0,2-5 ppm. Keberadaan sisa klor dalam air dipengaruhi oleh suhu, kondisi pipa, usia air, korosi pada pipa, pH air, jumlah organisme dalam air, serta bahan kimia lain dalam air (Ding *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2019; Mazhar *et al.*, 2020; Kali *et al.*, 2021). Sisa klor harus sesuai peraturan karena sisa klor mempengaruhi kualitas air minum, apabila sisa klor adalah <0,2 ppm maka air berpotensi terkontaminasi bakteri dan dapat menyebabkan penyakit diare dan tifus. Sedangkan, apabila sisa klor >5 ppm dapat meningkatkan risiko terjadi kanker kandung kemih dan usus (Duressa *et al.*, 2019; Harahap, 2019; Agudelo-Vera *et al.*, 2020).

Kekeruhan didapatkan hasil yang memenuhi persyaratan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010. Namun, pada pemeriksaan tanggal 6 April 2021 tidak dilakukan pengukuran. Kekeruhan dapat menjadi penanda apakah air minum dalam jaringan perpipaan tersebut telah aman atau terdapat pencemaran dalam jaringan perpipaan. Total zat terlarut juga berperan dalam proses pengendalian air. Pada pemeriksaan, didapatkan hasil total zat terlarut yang memenuhi persyaratan yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010.

Didapatkan hasil pH di bawah kadar minimal dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010 yakni 6,4 pada tanggal 4 Agustus 2020. Nilai pH di bawah 6,5 berarti air minum bersifat asam. pH dapat dipengaruhi oleh bahan pipa, kontaminasi senyawa kimia, kondisi pipa, jumlah organisme dalam air, dan temperatur (Saalidong *et al.*, 2022). Meskipun pH tidak secara langsung berpengaruh, namun pH dapat mempengaruhi klor yang dapat bekerja secara maksimal apabila pH berada pada angka <8. Akan tetapi pH <6,5 juga berpotensi berbahaya karena bersifat asam dan korosif terhadap jaringan perpipaan sehingga dapat meningkatkan kontaminasi terhadap air minum dan berpengaruh langsung terhadap rasa, bau dan penampilan air minum, apabila pH air minum berada >8,5 maka air minum bersifat basa dan memunculkan rasa pahit dan tidak enak untuk dikonsumsi. (Chan *et al.*, 2019; Bae, Pasteris and Giammar, 2020; Pan *et al.*, 2022; Saalidong *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil tersebut di atas, kelebihan dari penelitian ini adalah akses dalam proses pengambilan data kualitatif karena Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang bersedia membagikan informasi terkait hasil pemeriksaan air minum yang dilakukan baik oleh laboratorium Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang maupun oleh laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I serta memiliki situs media informasi yang meliputi profil, proses pengolahan, hingga distribusi air minum atau rantai pasok Sumber Karang. Kekurangan dari penelitian ini adalah kurangnya informasi lebih lanjut dalam terkait proses pemeriksaan air minum dikarenakan penelitian dilakukan ketika masa Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM) sehingga

hasil yang didapatkan hanya berdasarkan wawancara dan kajian literatur.

KESIMPULAN

Air baku Sumber Karang memiliki kualitas yang bagus, sehingga proses pengolahan air minum di Sumber Karang hanya menggunakan metode pengolahan sebagian dengan melakukan desinfeksi atau klorinasi untuk menjaga keamanan kualitas air minum selama proses pendistribusian ke pelanggan. Pemeriksaan kualitas air baku dilakukan oleh Laboratorium Perumda Air Minum Kota Malang sebanyak 2 kali dalam satu tahun dengan hasil yang menunjukkan bahwa *total coliform*, *E coli*, kekeruhan, dan total zat terlarut telah memenuhi persyaratan kualitas air baku dalam Peraturan Pemerintah No.82/2001. Sedangkan jumlah nitrat pada tanggal 7 Januari 2020, jumlah nitrit pada tanggal 7 Januari 2020 dan 19 Oktober 2020 tidak memenuhi syarat dengan hasil masing-masing 48,6 mg/l, 0,08 mg/l dan 0,22 mg/l. Pemeriksaan kualitas air baku juga dilakukan oleh Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I Kota Malang sebanyak 2 kali dalam satu tahun dengan hasil yang menunjukkan bahwa nitrat, nitrit, kekeruhan, dan total zat terlarut telah memenuhi persyaratan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010. Sedangkan, *total coliform* tidak memenuhi syarat pada bulan September dan Desember 2021 dan *E coli* tidak memenuhi syarat pada bulan September 2021.

Pemeriksaan kualitas air minum pelanggan dilakukan oleh Laboratorium Perumda Air Minum Kota Malang minimal 2 kali dalam satu tahun dengan hasil yang menunjukkan bahwa *total coliform*, *E coli*, sisa klor, kekeruhan, dan total zat terlarut telah memenuhi persyaratan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/2010. Sedangkan, pH tidak memenuhi syarat pada tanggal 4 Agustus 2020 dengan hasil 6,4. Proses pengolahan air minum pada Sumber Karang sudah sesuai dengan peraturan yang berlaku serta telah didistribusikan ke jaringan pelanggan dengan jaminan keamanan sehingga dapat dikonsumsi secara langsung oleh pelanggan.

Acknowledgment

Terima kasih kepada Ibu Dr. Lilis Sulistyorini, Ir., M.Kes selaku dosen pembimbing dan Bapak Djaka Setyanta S.T. selaku pembimbing lapangan yang selalu mendampingi selama proses pelaksanaan penelitian sehingga dapat dituliskan dalam artikel ini.

Conflict of Interest dan Funding Disclosure

Tidak ada.

Author Contributions

EMS: conceptualization; data curation; formal analysis; investigation; methodology; resources; software; visualization; writing - original draft; writing-review and editing; *LS*: writing-review and editing.

REFERENSI

- Agudelo-Vera, C. *et al.* (2020) 'Drinking Water Temperature around the Globe: Understanding, Policies, Challenges and Opportunities', *Water*, 12(4), p. 1049. doi: 10.3390/w12041049.
- Bae, Y., Pasteris, J. D. and Giammar, D. E. (2020) 'Impact of orthophosphate on lead release from pipe scale in high pH, low alkalinity water', *Water Research*, 177, p. 115764. doi: 10.1016/j.watres.2020.115764.
- Barry, K. H. *et al.* (2020) 'Ingested Nitrate and Nitrite and Bladder Cancer in Northern New England', *Epidemiology*, 31(1), pp. 136-144. doi: 10.1097/EDE.0000000000001112.
- van Bel, N. *et al.* (2019) 'Efficacy of Flushing and Chlorination in Removing Microorganisms from a Pilot Drinking Water Distribution System', *Water*, 11(5), p. 903. doi: 10.3390/w11050903.
- BPSDM (2018) 'Modul 2 : Sistem Air Baku'. Available at: https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/05/ebc9e_Modul_2_Sistem_Air_Baku.pdf.
- van den Brand, A. D. *et al.* (2020) 'Assessment of the combined nitrate and nitrite exposure from food and drinking water: application of uncertainty around the nitrate to nitrite conversion factor', *Food Additives & Contaminants: Part A*, 37(4), pp. 568-582. doi: 10.1080/19440049.2019.1707294.
- Chan, S. *et al.* (2019) 'Bacterial release from pipe biofilm in a full-scale drinking water distribution system', *npj Biofilms and Microbiomes*, 5(1), p. 9. doi: 10.1038/s41522-019-0082-9.
- Damayanti (2020) *Evaluasi Sistem Disinfeksi Pada Pdam Sleman Unit Nogotirto*. Universitas Islam Indonesia. Available at: https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/24045/16513006_Damayanti.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Ding, S. *et al.* (2019) 'Disinfection byproduct formation during drinking water treatment and distribution: A review of unintended effects of engineering agents and materials', *Water Research*, 160, pp. 313-329. doi: 10.1016/j.watres.2019.05.024.
- Duressa, G., Assefa, F. and Jida, M. (2019) 'Assessment of Bacteriological and

- Physicochemical Quality of Drinking Water from Source to Household Tap Connection in Nekemte, Oromia, Ethiopia', *Journal of Environmental and Public Health*, 2019, pp. 1–7. doi: 10.1155/2019/2129792.
- Emilia, I. (2018) 'Penentuan Kualitas Air Minum Isi Ulang Terhadap Kandungan Total Kromium, Nitrat, Nitrit, Total Zat Padat Terlarut, Suhu, dan pH', *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15(2), pp. 112–117. doi: 10.31851/sainmatika.v15i2.2284.
- Emilia, I. (2019) 'Analisa Kandungan Nitrat dan Nitrit dalam Air Minum Isi Ulang Menggunakan Metode Spektrofometri UV-Vis', *Jurnal Indobiosains*, 1(1), pp. 38–44. doi: 10.31851/indobiosains.v1i1.2441.
- Fitri, R. (2016) 'Optimalisasi Perusahaan Daerah Air Minum dalam Pengelolaan Air Minum Kota Medan', *Jurnal ArchiGreen*, 3(5), pp. 32–37. Available at: <https://jurnal.pancabudi.ac.id/index.php/archigreen/article/view/77>.
- Golaki, M. *et al.* (2022) 'Health risk assessment and spatial distribution of nitrate, nitrite, fluoride, and coliform contaminants in drinking water resources of kazerun, Iran', *Environmental Research*, 203, p. 111850. doi: 10.1016/j.envres.2021.111850.
- Harahap, I. H. (2019) *Analisis Jarak Distribusi Air Minum dengan Sisa Chlor di Rumah Pelanggan PDAM Tirtanadi Deli Tua Tahun 2018*.
- Herlianti, J., Suryanti and Soedarsono, P. (2016) 'Hubungan Antara Kandungan Nitrat, Fosfat dan KlorofilL di Sungai Kaligarang, Semarang', *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(1), pp. 69–74. doi: 10.14710/marj.v5i1.10670.
- Hossain, S. *et al.* (2022) 'Review of Nitrification Monitoring and Control Strategies in Drinking Water System', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), p. 4003. doi: 10.3390/ijerph19074003.
- Hosseini, F. *et al.* (2021) 'Nitrate-nitrite exposure through drinking water and diet and risk of colorectal cancer: A systematic review and meta-analysis of observational studies', *Clinical Nutrition*, 40(5), pp. 3073–3081. doi: 10.1016/j.clnu.2020.11.010.
- Kali, S. *et al.* (2021) 'Occurrence, influencing factors, toxicity, regulations, and abatement approaches for disinfection by-products in chlorinated drinking water: A comprehensive review', *Environmental Pollution*, 281, p. 116950. doi: 10.1016/j.envpol.2021.116950.
- Kemendes RI (2010a) 'Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Mendes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum'. Available at: <http://www.ampl.or.id/digilib/read/24-peraturan-menteri-kesehatan-republik-indonesia-no-492-menkes-per-iv-2010/50471>.
- Kemendes RI (2010b) 'Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 736/Mendes/Per/VI/2010 Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum'. Available at: http://sim.ciptakarya.pu.go.id/bppspam/list_category/20.
- Kementerian PUPR (2018) 'Bab-4 Standar/Kriteria Perencanaan', in *Laporan Akhir Penyusunan Rencana Induk Sistem Pelayanan Air Minum (RI-SPAM)*. Available at: https://sippa.ciptakarya.pu.go.id/sippa_online/ws_file/dokumen/rpi2jm/DOCRPIJM_dc3c873863_BAB_IVBab_4_-_Standar_Kriteria_Perencanaan.pdf.
- Kencanawati, M. and Mustakim (2017) 'Analisis Pengolahan Air Bersih Pada Wtp Pdam Prapatan Kota Balikpapan', *Jurnal TRANSUKMA*, 2(2), pp. 103–117. Available at: <https://transukma.uniba-bpn.ac.id/index.php/transukma/article/view/51>.
- Komala, P. S., Dewi, N. T. and Adetya, A. (2023) 'Simulasi Sisa Klor pada Jaringan Distribusi Wilayah Utara Perumda Air Minum Kota Padang', *Jurnal Serambi Engineering*, 8(1), pp. 4803–4810. Available at: <https://ojs.serambimekkah.ac.id/index.php/js/article/view/5604>.
- Korniasih, N. W. and Sumarya, I. M. (2021) 'Total Coliform dan Escheria Coli Air Sumur Bor dan Sumur Gali di Kabupaten Gianyar', *Widya Biologi*, 12(2), pp. 90–97. doi: 10.32795/widyabiologi.v12i02.2142.
- Li, R. A. *et al.* (2019) 'Disinfectant residual stability leading to disinfectant decay and by-product formation in drinking water distribution systems: A systematic review', *Water Research*, 153, pp. 335–348. doi: 10.1016/j.watres.2019.01.020.
- Mahmud, Z. H. *et al.* (2019) 'Occurrence of Escherichia coli and faecal coliforms in drinking water at source and household point-of-use in Rohingya camps, Bangladesh', *Gut Pathogens*, 11(1), p. 52. doi: 10.1186/s13099-019-0333-6.
- Mangidi, U., Sjahrir, H. and Deriansyah, J. (2014) 'Desain Bangunan Pengolahan Air Bersih Pdam Unit Wanggu Kota Kendari', *Jurnal Stabilita*, 2(1), pp. 69–84. Available at: https://ojs.uho.ac.id/index.php/stabilita_jtsuh/article/view/6833.
- Maulidia, Z., Mirwan, M. and Aulidia, S. (2023) 'Pengelolaan Air Bersih Di Rs X Surabaya', *Nusantara Hasana Journal*, 2(8), pp. 36–41.

- Available at: <https://www.nusantarahasanajournal.com/index.php/nhj/article/view/716>.
- Mazhar, M. A. *et al.* (2020) 'Chlorination disinfection by-products in municipal drinking water – A review', *Journal of Cleaner Production*, 273, p. 123159. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123159.
- McNulty, R. *et al.* (2022) 'Food-induced methemoglobinemia: A systematic review', *Journal of Food Science*, 87(4), pp. 1423–1448. doi: 10.1111/1750-3841.16090.
- Odonkor, S. T. and Mahami, T. (2020) 'Escherichia coli as a Tool for Disease Risk Assessment of Drinking Water Sources', *International Journal of Microbiology*, 2020, pp. 1–7. doi: 10.1155/2020/2534130.
- Osmani, M. *et al.* (2019) 'Drinking Water Quality Determination Through The Water Pollution Indicators, Elbasan District', *Thalassia Salentina*, 41, pp. 3–10. doi: 10.1285/i15910725v41p3.
- Otekpò, L. A. (2020) 'Demonstration of total coliforms and Escherichia coli in drinking water in the borough of the Plateau, city of Savè in Benin', *World Water Policy*, 6(1), pp. 38–51. doi: 10.1002/wwp2.12020.
- Pan, L. *et al.* (2022) 'Heavy metal enrichment in drinking water pipe scales and speciation change with water parameters', *Science of The Total Environment*, 806, p. 150549. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.150549.
- PDAM Kota Malang (2020a) *Rantai Pasok SPAM*. Available at: https://perumdatugutirta.co.id/layanan/rantai_pasok (Accessed: 3 June 2022).
- PDAM Kota Malang (2020b) *Sumber Air Dan Tandon Air Pdam Kota Malang Yang Ada Sejak Zaman Belanda*. Available at: <https://perumdatugutirta.co.id/publikasi/edukasi/pelayanan/sumber-air-dan-tandon-air-pdam-kota-malang-yang-ada-sejak-zaman-belanda-c0a04> (Accessed: 3 June 2022).
- PDAM Kota Malang (2021) *Tugu Tirta Konsisten Kawal Pelaksanaan Rpam*. Available at: <https://perumdatugutirta.co.id/publikasi/berita/umum/tugu-tirta-konsisten-kawal-pelaksanaan-rpam-20962> (Accessed: 3 June 2022).
- Picetti, R. *et al.* (2022) 'Nitrate and nitrite contamination in drinking water and cancer risk: A systematic review with meta-analysis', *Environmental Research*, 210, p. 112988. doi: 10.1016/j.envres.2022.112988.
- Pradana, H. A. *et al.* (2019) 'Identifikasi Kualitas Air dan Beban Pencemaran Sungai Bedadug di Intake Instalasi Pengolahan Air PDAM Kabupaten Jember', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(2), pp. 135–143. doi: 10.14710/jkli.18.2.135-143.
- Putri, N. N. A. and Amalia, A. (2023) 'Analisis Korelasi Antara Kadar Sisa Klor dan pH Pada Air Bersih PDAM Surabaya', *Journal of Environmental Science and Engineering Conference*, 4(1), pp. 141–146. Available at: <https://esec.upnvjt.com/index.php/prosiding/article/view/208>.
- Saalidong, B. M. *et al.* (2022) 'Examining the dynamics of the relationship between water pH and other water quality parameters in ground and surface water systems', *PLOS ONE*. Edited by U. Sarker, 17(1), p. e0262117. doi: 10.1371/journal.pone.0262117.
- Sekarwati, N., Subagiyono and Wulandari, H. (2016) 'Analisis Kandungan Bakteri Total Coliform dalam Air Bersih dan Escherichia Coli dalam Air Minum pada Depot Air Minum Isi Ulang di Wilayah Kerja Puskesmas Kalasan Sleman', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), pp. 1–12. doi: 10.12928/kesmas.v10i2.3382.
- Setiowati, Roto and Wahyuni, E. T. (2016) 'Monitoring Kadar Nitrit dan Nitrat pada Air Sumur di Daerah Catur Tunggal Yogyakarta dengan Metode Spektrofometri UV-VIS', *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(2), pp. 143–148. doi: 10.22146/jml.18784.
- Sihombing, I. F. (2019) *Analisis Kadar Fluorida (F) dan Kekeruhan Pada Air Minum dan Air Bersih di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Kelas I Medan*.
- Sobari, H. A. (2020) *Evaluasi Proses Pengolahan Air Bersih pada IPA PDAM Tirtanadi Medan Sunggal*. Available at: <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/26935/160404087.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Tok, S. *et al.* (2019) 'Early detection of E. coli and total coliform using an automated, colorimetric and fluorometric fiber optics-based device', *Lab on a Chip*, 19(17), pp. 2925–2935. doi: 10.1039/C9LC00652D.
- Wahyu Diana, E., Sholichin, M. and Haribowo, R. (2020) 'A study of clean water distribution network development at PDAM Tirta Barito in the city of Buntok', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 437(1), p. 012002. doi: 10.1088/1755-1315/437/1/012002.